

UNIVERSITÉ DE NANTES

FACULTÉ DE PHARMACIE

ANNÉE 2009

N°27

THÈSE
pour le
DIPLÔME D'ÉTAT
DE DOCTEUR EN PHARMACIE

par

Marie HÉNAFF

Présentée et soutenue publiquement le 16 Juin 2009

Le noni (*Morinda citrifolia*)
de la tradition au marché de la santé :
Usages et analyse phytochimique
d'une panacée tahitienne.

Président : Mr BIARD Jean-François, Professeur de Pharmacognosie

Membres du jury :

Mr GROVEL Olivier, Maître de Conférences de Pharmacognosie

Mlle GOUESNARD Hélène, Docteur en Pharmacie

SOMMAIRE :

SOMMAIRE :	1
LISTE DES ABRÉVIATIONS	5
INTRODUCTION.....	6
PARTIE I : LA PLANTE.....	7
I) Etymologie.....	8
II) Place dans la classification	11
III) Description.....	12
A) <i>Morinda citrifolia</i>	12
1) <i>Morinda citrifolia</i> var. <i>Citrifolia</i>	12
2) <i>Morinda citrifolia</i> var. <i>bracteata</i>	17
3) <i>Morinda citrifolia</i> cultivar ‘Potteri’:	18
B) <i>Morinda trimera</i>	19
C) <i>Morinda royoc</i>	20
IV) Répartition géographique.....	21
A) Zone d’origine.....	21
B) Répartition actuelle	21
V) Habitat et préférences environnementales	23
A) Climat.....	23
B) Sols	23
C) Tolérances	24
VI) Culture du noni	26
A) La Polynésie	27
B) Croissance et développement des plants	31
C) Lieux de culture.....	32
D) Multiplication du noni.....	32
1) Multiplication par utilisation de graines :	33
2) Propagation par bouture:	42
E) Culture en champ.....	44
F) Récolte des fruits :	46
G) Les maladies et parasites recensés	47

1) Anthracnose :	47
2) Criblure :	48
3) Black flag (drapeau noir) :	48
4) Pourriture noire « stem blight » :	49
5) Chancre de tige :	49
6) Nématode à galle :	50
7) Maladies dues aux insectes nuisibles :	50
8) Mauvaises herbes parasites :	51
9) Maladies dues à des déficiences nutritionnelles :	52
10) Lutte contre ces maladies :	52
PARTIE II : L'INTÉRÊT PORTÉ AU NONI, D'HIER A AUJOURD'HUI.....	53
I) Usages traditionnels :	54
A) Dans les rituels :	54
B) En teinturerie :	55
C) En alimentation :	55
D) Autres emplois domestiques :	56
E) En médecine traditionnelle :	56
1) Contexte et modes d'utilisation :	56
2) Indications :	58
II) Usages contemporains et conséquences économiques :	73
A) Le développement du marché du noni :	73
B) Le jus de noni :	74
1) Jus de noni « traditionnel »	74
2) Jus de noni non fermenté	77
3) Jus de fruit de noni frais pressé	78
4) Jus de noni reconstitué	78
C) Aspects économiques :	79
1) La société « Tahitian Noni International » :	79
2) Modèle économique simple de rendement d'une exploitation de noni :	83
3) Répercussions économiques à l'échelle de la Polynésie :	86
a) Les principaux produits exportés en 2007 et place des produits à base de noni :	86
b) Exportations de purée de noni depuis 1998 :	87
i) Exportations de jus de noni depuis 1998 :	89
j) Exportations globales de noni:	90

PARTIE III : LES VERTUS DU NONI FACE AUX RÉALITÉS SCIENTIFIQUES	92
I) Les propriétés revendiquées :	93
II) L'état actuel de la connaissance scientifique :	95
A) Composition chimique :	95
B) Le point sur la xéronine :	107
C) Tests réalisés :	110
1) Activité anti-infectieuse :	110
2) Activité larvicide et insecticide :	111
3) Activité anti-cancéreuse :	111
4) Activité anti-oxydante :	113
5) Activité antalgique :	113
6) Activité anti-inflammatoire :	114
7) Activité anti-diabétique :	114
8) Activité anti-malarique :	115
9) Action sur la vidange gastrique :	116
10) Action sur la collagénase :	116
11) Action sur les maladies cardiovasculaires :	116
12) Action neuroprotectrice :	116
13) Conclusion de ces tests :	117
D) Etudes réalisées chez l'homme :	118
III) Toxicité et statut légal :	120
A) Les effets indésirables ou toxiques recensés :	120
1) Hépatotoxicité :	120
2) Allergie :	123
3) Hyperkaliémie :	123
4) Interaction avec les anti-coagulants oraux :	123
B) Noni et reproduction :	125
C) Le statut légal :	126
D) Le statut légal en France :	129
PARTIE IV : COMPARAISON QUALITATIVE DE DIFFÉRENTS JUS DE NONI	130
I) Jus de noni et contrôle qualité	131
II) Objectifs de l'étude	132
II) Jus de noni utilisés	133
III) Préparation des échantillons	135

IV) Analyses par CCM.....	136
A) Matériel	136
B) Résultats et interprétations	136
1) Extraction à l'hexane	136
2) Extraction au dichlorométhane	137
3) Extraction sur colonne C18 : fraction polaire	139
4) Extraction sur colonne C18 : fraction méthanolique	140
5) Conclusion :	141
V) Analyses par CLHP-UV.....	142
A) Méthode	142
B) Résultats et interprétations	143
VI) Analyses par Chromatographie en Phase Gazeuse – Spectrométrie de Masse	149
A) Méthode	149
B) Résultats et interprétations	150
VII) Conclusion de l'étude	153
Conclusion.....	154
Annexes.....	155
Table des figures	157
Table des tableaux.....	160
Bibliographie.....	162

LISTE DES ABRÉVIATIONS

AFSSA : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments

Bt : *Bacillus thurigiensis*

Ca : Calcium

CAM: Médecines Complémentaires et Alternatives

CCM : Chromatographie sur Couche Mince

COX : Cyclo oxygénase

Cu: Cuivre

DC: De Candolle

EFSA : European Food Safety Authority

F. CFP: Franc de la Compagnie Française du Pacifique

Hbd: Hillebrand

IEOM: Institut D'Emission d'Outre-Mer

Il: Interleukine

ISPF: Institut Statistique de la Polynésie Française

K : Potassium

L.: Linné

Mg: Magnésium

N. Cal.: Nouvelle Calédonie

N. Guinée: Nouvelle Guinée

ORL: Oto- Rhino- Laryngologie

P : Phosphore

PGE2 : Prostaglandine E2

PGD2 : Prostaglandine D2

SCE: Service du Commerce extérieur

S.E.: Sud-Est

Sp.: Species

TNI: Tahitian Noni International

Zn: Zinc

INTRODUCTION

Le noni (*Morinda citrifolia*) est une plante originaire d'Asie du Sud-Est et présente aujourd'hui essentiellement en Polynésie. Les siècles précédents, les guérisseurs polynésiens utilisaient toutes les parties de cet arbre aux fruits à l'odeur particulière de fromage pour soigner leur maux les plus courants. De nos jours, le jus du fruit connaît une popularité grandissante et ses ventes explosent notamment en Amérique du nord ce qui n'est pas sans conséquences économiques pour la Polynésie. En effet cette « panacée » tahitienne soignerait ou améliorerait la plupart des maladies du 21^{ème} siècle, et ce, grâce en partie à une molécule nommée xéronine... Toutefois, malgré des allégations attrayantes sur ses propriétés, les vertus du noni n'ont été que peu explorées par le monde scientifique. On peut se poser la question de ce qu'il en est des bienfaits réels de la consommation de noni mais aussi s'il existe des risques éventuels liés à cette plante à la composition mal connue.

Le but de cette thèse est donc de rassembler les connaissances actuelles sur cette plante exotique, et par la suite de contrôler par nous même l'homogénéité de la composition de jus de noni de différentes marques. Dans une première partie nous allons voir les caractéristiques botaniques de la plante ainsi que son développement, son habitat et sa culture. Dans une deuxième partie, nous allons voir quels usages étaient faits du noni dans la médecine traditionnelle polynésienne et parallèlement quels usages sont faits aujourd'hui ainsi que les conséquences économiques de cet engouement. Dans une troisième partie nous allons confronter les vertus du noni aux réalités scientifiques et voir sa composition ainsi que la toxicité envisagée. Dans une quatrième partie, qui sera expérimentale, nous allons par nous même comparer qualitativement la composition de cinq jus de noni différents afin de voir s'il y a une harmonisation de la composition des jus.

PARTIE I : LA PLANTE

Le noni est un arbre à fruits poussant à l'état sauvage en Polynésie mais désormais cultivé dans d'autres régions du monde. Pour mieux le connaître nous allons voir sa place dans la classification, sa description ainsi que son habitat.

I) Etymologie

Le nom scientifique du noni est *Morinda citrifolia* Linné.

Le nom de genre *Morinda* vient du latin *morus*, mûrier et *indicus*, indien, en référence aux fruits qui ressemblent à ceux du vrai mûrier (*Morus alba*).

Le nom d'espèce *citrifolia* vient de la forme de ses feuilles (*folia*) qui ressemblent à celles du genre *Citrus* (Krauss & Noyas, 2001).

Selon les différentes régions du monde, le noni possède différentes appellations, dont voici une liste non exhaustive (Pawlus *et al*, 2007, Morton, 1992) :

❑ Afrique :

Bumbo, Bungbo.

Seychelles : *Mirier de Java.*

❑ Amérique du Nord :

Etats-Unis (Floride) : *Indian mulberry, Limburger tree.*

❑ Amérique centrale et Caraïbes :

Antilles : *Bilimbi, Feuille froide, Pain killer, Pomme Macaque, Rubarbe Caraïbe.*

Guadeloupe (Antilles françaises) et **Salvador** : *Ruibarbo caribe.*

Barbade : *Forbidden fruit, Wild pine.*

Cuba : *Mora de la India.*

Dominique : *Feuille froide, Pain killer.*

Haïti : *Boi douleur, Doleur, Feuille douleur, Fromagier.*

Iles Cayman : *Hog apple.*

Iles Vierges : *Headache Tree, Pain killer.*

Jamaïque : *Hog apple.*

Puerto Rico : *Indian mulberry, Morinda.*

République Dominicaine : *Baga, Buñuela, Coca, Huevo de reuma, Nigua, Piña de puerco, Piñuela.*

☐ Amérique du Sud :

Suriname : *Morinda.*

Guyane : *Pain killer, Yaw-weed.*

☐ Asie :

Inde : *Ach, Achi, Achu, Achuka, Ainshi, Al, Awl tree, Bartundi, Bo-Aal, Dilo-K, Indian mulberry, Kattapitelavam, Kattatogaru, Maddi, Mannanatii, Mara, Minamaram, Nùna, Pindra, Surangi, Tagaru, Tagase, Tagate, Togari Wood, Togaru.*

Chine : *Hai-ba-ji, Je Shu.*

☐ Asie du Sud-Est :

Brunei : *Mengkudu.*

Cambodge : *Nhor prey, Nhor thom.*

Indonésie : *Bengkudo.*

Ile de Java (fait partie de l'Indonésie) : *Indian mulberry.*

Indochine : *Mengkudu, Nona.*

Laos : *Nho.*

Philippines : *Apalot, Apatol, Baguro, Bankoro, Bankgkudo, Bankundo, Kulit, Lino, Mambog, Nino, Pankundo, Rukurok, Taing-Aso, Takpus, Taliantar, Tumbogaso, Tumbong Aso.*

Thaïlande : *Awl tree, Indian mulberry, Kura, Mataasuea, Nhau, Yae-yai, Yo, Yor Ban.*

Vietnam : *Cây, Grand Morinda, Ngao, Nhau, Nhau Lon, Nhau Nui, Nhàu Rùng.*

Malaisie : *Great morinda, Mengkudu, Menkudi besar, Menkudu besar, Nona.*

☐ Océanie :

Australie : *Awl tree, Canary wood, Cheesefruit, Great morinda, Indian mulberry, Leichhardt's Tree, Morinda.*

Iles Fidji : *Achi et Kura.*

Rotuma (appartient aux îles Fidji) : *Ura.*

Iles Salomon : *Urati.*

Futuna, Samoa et Tonga : *Nonu.*

Guam : *Indian mulberry, Lada, Ladda.*

Hawaïi (appartient aux Etats-Unis): *Indian mulberry, Large-leaved Morinda, Noni.*

Iles Cook : *Nono.*

Micronésie : *Mengkudu, Nona.*

Papouasie – Nouvelle Guinée : *Gomor, Kotambul, Mwagum Wagugn, Noko, Noku, Oko, Pemi, Pemii, Riro, Te Non, Urarian, Val.*

Polynésie : *Noni.*

Tahiti (Polynésie française) : *Mona, Monii, Nono.*

De nos jours, *Morinda citrifolia* est connu à travers le monde sous le nom de noni qui est le nom utilisé à Hawaïi, qui on le rappelle, appartient aux Etats-Unis (l'intérêt populaire porté au noni ayant commencé par les Etats-Unis). On note que c'est en Amérique centrale et aux Caraïbes, en Asie du Sud-Est et en Océanie que *Morinda citrifolia* possède le plus de noms communs. En effet c'est dans ces régions que le noni trouve ses origines. Parmi les noms évoqués on trouve en général beaucoup de noms ressemblants phonétiquement mais avec une orthographe différente, ces noms ayant probablement été tirés de traditions orales. On remarque aussi que pour certains pays, beaucoup de noms différents désignent le noni, cela peut être dû à un grand nombre d'îles différentes (par exemple les Philippines qui ne comptent pas moins de 7000 îles), ou à un territoire étendu rassemblant plusieurs ethnies parlant des langages différents (par exemple l'Inde qui s'étend sur 3,2 millions de km² soit six fois la France et qui compte 18 langues officielles et 1600 dialectes). De plus on note que certains noms font référence à des propriétés médicinales (par exemple *Pain killer* qui signifie en anglais « anti-douleur »), à l'odeur nauséabonde de fromage de ses fruits (par exemple *Fromagier* ou *Cheesefruit* qui signifie « fruit fromage » en anglais), ou encore à la ressemblance du fruit à une grosse mûre (*Indian mulberry* qui signifie « mûre des Indes » en anglais). Cette variété importante des noms communs de *Morinda citrifolia* prédit de la même variété de ses usages à travers le monde.

II) Place dans la classification

Selon la classification (Integrated Taxonomic Information System sur www.itis.gov), on situe *Morinda citrifolia* Linné de la manière suivante :

Règne : *Plantae*, plantes

Sous-règne : *Tracheobionta*, plantes vascularisées

Division : *Magnoliophyta*, angiospermes (plantes à fleurs et à fruits)

Classe : *Magnolopsida*, dicotylédones

Sous-classe : *Asteridae*

Ordre : *Rubiales*

Famille : *Rubiaceae*

Genre : *Morinda*

Espèce : *Morinda citrifolia* L. :

Variétés : *Morinda citrifolia* var. *citrifolia*

Variétés : *Morinda citrifolia* var. *bracteata*

Variétés : *Morinda citrifolia* cultivar 'Potteri'

Espèce : *Morinda royoc* L.

Espèce : *Morinda trimera* Hbd.

Les différentes espèces du genre *Morinda* ainsi que les variétés de *Morinda citrifolia* seront détaillées dans un chapitre ultérieur.

On retrouve dans certaines publications des références à d'autres espèces de *Morinda* comme *Morinda augustifolia*, ou *Morinda tinctoria*... qui ne sont pas décrites ici du fait de leur trop grande variété.

En effet le genre *Morinda* comprend environ 80 espèces, la plupart trouvant leur origine dans l'Ancien Monde. (Pawlus *et al.*, 2007)

On pourra noter que dans la famille des *Rubiaceae* on trouve des plantes aux propriétés bien connues telles que le Tiare (*Gardenia taitensis* DC.), le Quinquina (*Cinchona calisaya* Wedd.) et le Café (*Coffea arabica* L.).

III) Description

Seront décrites ici trois espèces de *Morinda* communes à Hawaii dont une (le noni) comprenant trois variétés.

A) *Morinda citrifolia*

1) *Morinda citrifolia* var. *Citrifolia*

C'est la variété typique et donc la plus répandue.

Morinda citrifolia est un arbuste de 3 à 6 mètres de haut qui vit entre quarante et cinquante ans. Il reste vert et fleurit toute l'année (figure 1).



Figure 1 : aspect général de *Morinda citrifolia* (d'après Nelson)

La racine est pivotante, profonde et non ramifiée chez les jeunes arbustes. Elle a une teinte jaune très prononcée. Ses tiges sont tétragones et glabres. Ses feuilles stipulées sont opposées, oblongues, pennatinervées de 12 à 30 cm de long et de 6 à 15 cm de large (elles peuvent atteindre 45 cm de long et 25 cm de large). Elles sont glabres, vernissées et entières. Le pétiole est court (1,5 à 2 cm) avec une stipule en forme de collerette à bords retournés. Les fleurs petites, blanches et odorantes sont réunies en capitules axillaires très serrés de 75 à 90 fleurs (figure 2). Elles présentent à la fois les organes mâles et femelles.



Figure 2 : Fleurs de noni (d'après Garnier)

Après fécondation, les ovaires se soudent et chaque capitule donne naissance à un syncarpe globuleux qui constitue le fruit (figure 3). Il peut être arrondi ou allongé avec la forme et les dimensions d'une pomme de terre (5 à 10 cm de long et 3 à 4 cm de large). Sa surface est bosselée, dessinée de formes polygonales avec une tache sombre formant comme un œil au centre de chacun de ces polygones.

(Garnier, 1997; Ollier 2006; The Noni Website, botany, www.ctahr.hawaii.edu/noni/)



Figure 3 : Fruits de noni à différents stades de maturation (d'après Nelson)

Les différents stades de maturité sont :

-stade 1 : épiderme vert foncé et fruit très dur (« nono pi » en tahitien) (figure 4)



Figure 4 : Fruit vert de noni (d'après Helga virtualtourist.com)

-stade 2 : épiderme vert-jaune et fruit très dur (« nono puu » en tahitien)

-stade 3 : épiderme jaune pâle et fruit très dur (« nono omoto » en tahitien)

-stade 4 : épiderme jaune pâle et fruit assez dur (« nono tohea » en tahitien)

-stade 5 : épiderme blanc et fruit mou (« nono pe » en tahitien) (figure 5)



Figure 5 : Fruit mou du noni (d'après Nelson)

Le passage du stade 4 au stade 5 se fait très rapidement, généralement en quelques heures et en même temps que la pulpe se ramollit, passant du jaune pâle au blanc, il se développe une odeur nauséabonde de fromage rance. Le fruit mûr est comestible mais avec un goût fade à amer. Lorsque il tombe au sol, le fruit s'écrase et libère ses graines. Un fruit peut contenir jusqu'à 260 graines. Celles-ci, noyées dans la pulpe juteuse forment une colonie au milieu du fruit. La graine, de couleur brune, a une forme aplatie et fait 4 à 9 mm de long (figure 6). L'enveloppe de la graine est faite de couches de fibres de cellulose extrêmement dures. La graine possède une chambre d'air bulbeuse et ovoïde ainsi qu'une sorte de pale, en pointe, aplatie et bicouche. L'embryon est situé dans la graine, entre la chambre d'air et le bout en pointe de la pale. Cet embryon est aplati, huileux et relativement petit (quelques millimètres). (Garnier, 1997 ; Nelson, 2005)



Figure 6 : Graine de noni (d'après Nelson)

Elle porte une petite vessie remplie d'air qui lui permet de flotter (figure 7) et d'être emportée par les eaux, où elle peut survivre durant des mois.



Figure 7 : Illustration de la flottaison des graines de noni (d'après Nelson)

Cette particularité assure sa dissémination dans les écosystèmes. De plus il est intéressant de noter que les oiseaux semblent être particulièrement friands du fruit. En effet, Guppy (1917) remarqua que la plante poussait à l'intérieur des terres des côtes jamaïquaines à des altitudes de 183 à 215 mètres au-dessus du niveau de la mer. Il supposa alors que cette dispersion était probablement due au fait que les oiseaux consomment le fruit. (Morton, 1992)

De plus, *Morinda citrifolia* var. *citrifolia* peut être déterminée géographiquement selon deux types :

- Le type à gros fruits et feuilles ovales (commun à Hawaïi)
- Le type à petits fruits et feuilles allongées (commun en Micronésie)

(The Noni Website, botany, www.ctahr.hawaii.edu/noni/)

2) *Morinda citrifolia* var. *bracteata*

C'est une variété à petits fruits avec une bractée voyante située sous le fruit (figure 8). On la trouve en Indonésie et dans des régions situées à la frontière entre l'océan Indien et l'océan Pacifique. On la trouve aussi acclimatée dans quelques jardins botaniques à Hawaii. (Mc Clatchey, 2002 ; Nelson, 2005)



Figure 8 : Aspect de *Morinda citrifolia* var. *bracteata* (d'après McClatchey)

3) *Morinda citrifolia* cultivar 'Potteri':

C'est une variété ornementale avec de petits fruits à l'odeur désagréable et aux feuilles petites, vertes et blanches (figure 9). On la trouve cultivée dans tout le Pacifique. (Ollier, 2006 ; Nelson, 2006) Cette variété a été introduite à Hawaïi par Otto Degener en 1949 depuis les îles Fiji (Smith, 1988 *in* Mc Clatchey, 2003). Elle a été dispersée au début à partir de plantes ayant poussé au Foster Botanical Garden à Honolulu (Hawaïi) et par la suite avec d'autres moyens. Elle est maintenant répertoriée sur la plupart des îles de l'archipel. (Nelson, 2005)



Figure 9 : Aspect de *Morinda citrifolia* cultivar. 'Potteri' (d'après Nelson)

B) *Morinda trimera*

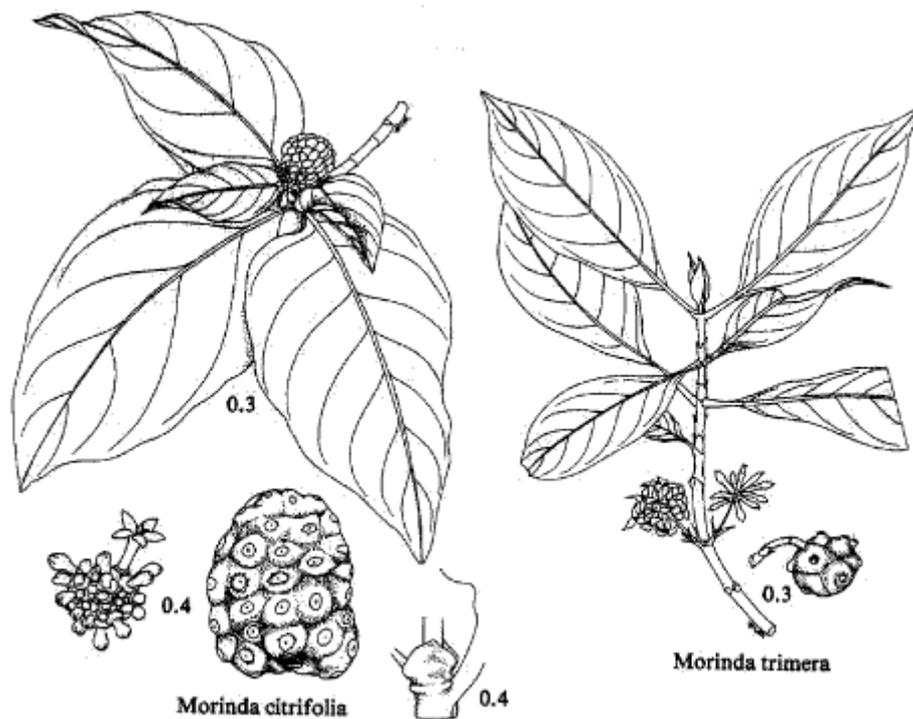


Figure 10 : Aspect comparatif entre *Morinda trimera* et *Morinda citrifolia* (d'après Wagner)

L'espèce *Morinda trimera* est constituée d'arbres de 4 à 16 mètres de haut ; les branches sont marron pâle, cylindriques ou tétraogales avec de nombreuses verrues et lenticelles. Les feuilles sont elliptiques et oblongues de 12 à 26 cm de long et de 3,5 à 9 cm de large. Elles sont glabres, brillantes au dessus et ternes au dessous. Cinq à douze fleurs sont réunies par tête et leur corolle est verte. Le fruit est vert foncé et très ferme à maturité, il fait de 2 à 3,5 cm de diamètre et le calice persistant est remarquable (figure 10). (The Noni Website, botany, www.ctahr.hawaii.edu/noni/)

C) *Morinda royoc*



Figure 11 : Aspect général de *Morinda royoc* (d'après Murray)

Morinda royoc est un buisson qui s'étend et peut grimper à une hauteur de 6 mètres. Les feuilles persistantes sont opposées ou par trois en spirales, elles peuvent être lancéolées ou oblongues et font de 5 à 10 cm de longueur et 1,5 à 4 cm de largeur. Elles sont vert foncé, brillantes, légèrement rugueuses sur la face supérieure et avec quelques poils dessous. Les fleurs à 5 pétales sont petites, blanches ou parfois rougeâtres. Elles sont portées en têtes denses de 7 à 10 mm de large. Les fruits sont jaunes et ont la forme de framboises de 2 à 3,5 cm de long et 2 cm de large (figure 11). Ils sont juteux et présents toute l'année. La graine de 5 mm de long peut flotter et possède une cavité. (Morton, 1992)

IV) Répartition géographique

A) Zone d'origine

Le noni est originaire de l'Asie du Sud-Est notamment d'Indonésie et d'Australie. (Nelson, 2006)

B) Répartition actuelle

La distribution du noni se fait dans les zones pantropicales, à des latitudes de 19° Nord ou Sud (figure 12). La distribution Indo-Pacifique comprend :

- l'est de la Polynésie (Hawai'i, Line Islands, les îles Marquises, les îles de la Société, îles Australes, îles Tuamotu, Pitcairn et les îles Cook)
- la Mélanésie (les îles Fiji, Vanuatu, la Nouvelle Guinée, la Nouvelle Calédonie et les îles Salomon)
- l'ouest de la Polynésie (Samoa, Tonga, Niue, Futuna, Rotuma et Tuvalu)
- la Micronésie (Pohnpei, Guam, Chuuk, Palau, les îles Marshall et les îles Mariannes)
- l'Indonésie
- l'Australie
- l'Asie du Sud-Est.

Le noni s'est aussi naturalisé sur les côtes de l'Amérique centrale et de l'Amérique du Sud (de Mexico à Panama, Vénézuéla et Surinam).et sur de nombreuses îles des Caraïbes, les Bahamas, les Bermudes, les « Keys » en Floride, et dans quelques parties de l'Afrique. (Nelson, 2006)

V) Habitat et préférences environnementales

Le noni est connu pour faire partie des « plantes de canoë » originales que les colonisateurs polynésiens d'Hawaïi emportèrent avec eux dans leurs voyages en canoë. Ils estimaient la plante pour ses propriétés médicinales et aussi comme teinture. Dès les premiers colonisateurs, le noni a été naturalisé dans toutes les principales îles Hawaïennes. (Nelson, 2002) Il faut dire que *Morinda citrifolia* est un arbre peu exigeant qui s'adapte facilement à beaucoup de milieux. (Ollier, 2006).

A) Climat

Il pousse typiquement sur les zones littorales mais s'acclimate bien à des altitudes allant de 0 à 800 m en fonction de la latitude et de l'environnement.

Une précipitation moyenne annuelle de 250 à 4000 mm est optimale. Le noni peut tolérer de nombreux modèles de précipitations : été, hiver, bimodal ou uniforme. La durée de la saison sèche (c'est à dire les mois consécutifs avec moins de 40mm de pluie) doit durer au moins 3-4 mois mais cela dépend aussi de l'âge et de la taille de l'arbre ainsi que de la température, de l'humidité et de la nature du sol. Sa température de prédilection est de 20 à 35°C mais il survit de 5 à 38°C. (Ollier, 2006 ; Nelson, 2006)

B) Sols

Le noni pousse dans un très large panel de sols et d'environnements différents, avec une capacité notable à survivre dans les environnements hostiles comme ceux trouvés sur les atolls de corail et sur les sols basaltiques des coulées de lave (figure 13), mais aussi dans des sols calcaires ou des affleurements. (Nelson, 2006)

Il peut aussi être trouvé près de la côte, dans des plaines ouvertes et des prairies, dans des ravins, comme une première espèce de plante colonisatrice des coulées de lave récentes, dans les forêts dérangées des zones sèches, comme dans les forêts de plaine dans lesquelles le hala (*Pandanus sp.*) et les arbres de noix de kukui (*Aleurites moluccana*) grandissent. Il tolère la salinité et prospère dans des fosses, ou des bassins de marées intérieures dans lesquels de l'eau saumâtre (eau de mer mélangée avec de l'eau douce) est trouvée. (Nelson, 2003)



Figure 13 : Noni poussant dans une coulée de lave (d'après Nelson 2006)

Le noni tolère de nombreuses sortes de drainages y compris les inondations saisonnières mais il préfère les sols bien drainés. Il peut pousser sur les sols les plus variés (acides, alcalins, pauvres) et tolère des sols peu profonds, salins, sodiques et infertiles. (Nelson, 2002 ; Ollier, 2006)

C) Tolérances

-Sécheresse : Les plants adultes de noni cultivé peuvent résister à la sécheresse pendant 6 mois ou plus. En effet les plants sauvages poussent dans des conditions arides et peuvent passer leurs vies entières dans des conditions de sécheresse perpétuelle.

-Ensoleillement : Le noni pousse bien en plein soleil, mais il supporte aussi bien 80% d'ombre que la pleine lumière : à l'ombre, son rendement en fruits est alors moindre.

-Incendie : Il se régénère facilement après un incendie en faisant pousser un nouveau feuillage à partir de ses racines ou de ses tiges.

-Salinité : Il tolère le sel et les embruns salés. Le noni est tolérant aux salinités extrêmes en général et on peut penser qu'il tire probablement un bénéfice nutritionnel des minéraux contenus dans l'eau de mer.

-Vent : Bien que l'on ne conseille pas de secteurs venteux pour la production commerciale, le noni peut grandir dans des emplacements battus par les vents. Cependant, les rendements en fruits et la croissance complète de la plante dans de tels secteurs sont diminués. (Nelson, 2006 ; Ollier, 2006)

VI) Culture du noni

Bien que le noni ne soit pas une espèce envahissante à proprement parler, il est parfois considéré comme indésirable. Mais pas par tous, puisque pour répondre à cette demande croissante, il est à présent cultivé, et en particulier en Polynésie française. (Ollier, 2006)

Le noni est donc cultivé en Polynésie, en Inde, dans les Caraïbes ainsi qu'au Nord et au centre de l'Amérique du Sud (Chan-Blanco *et al*, 2006). Nous allons voir en particulier sa culture en Polynésie française et notamment à Tahiti et à Hawaii car une des principales sociétés de production de jus de noni utilise comme argument de vente l'utilisation de « l'authentique noni de Tahiti ». (Tahitian Noni, sur www.tahitiannoni.com)

A) La Polynésie

Nous allons aborder quelques données géographiques, démographiques et économiques sur la Polynésie.

La Polynésie est constituée d'archipels d'îles situés dans l'océan Pacifique (figure 14).

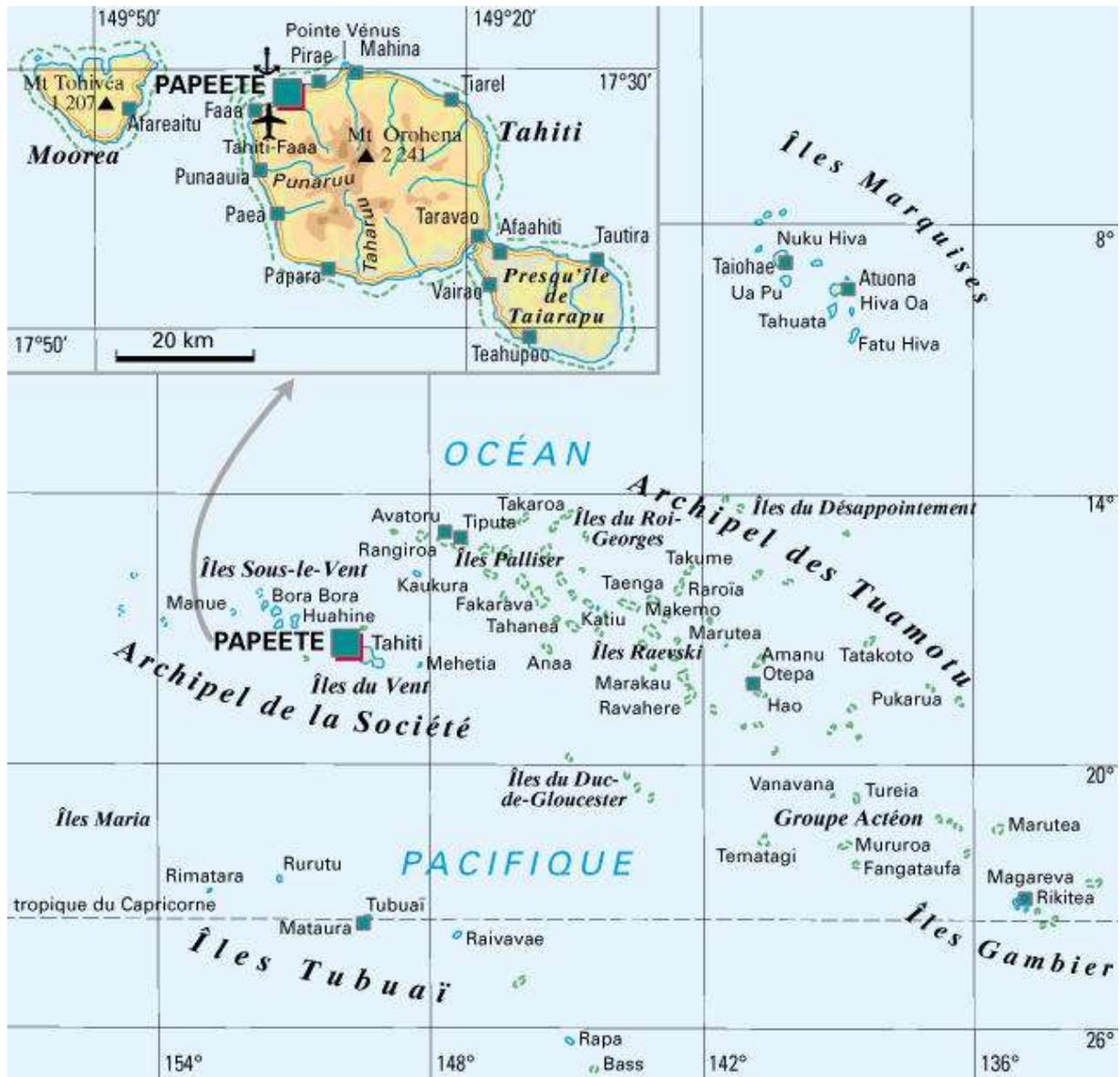


Figure 14 : Carte de la Polynésie (<http://www.senat.fr/rap/r08-130/r08-1301.gif>)

Tableau 1 : Géographie de la Polynésie (Source : Institut de la Statistique de la Polynésie Française)

GEOGRAPHIE	
Superficie des terres émergées	3,5 (unité 1000 km ²)
Superficie Zone Economique Exclusive	5 500 (unité 1000 km ²)
Nombre d'îles	121
dont habitées	76
Nombre d'habitants au 20/08/2007	259 596
Densité (habitants au km ²)	74,2

Les nombreuses îles de la Polynésie française (tableau 1) s'étendent sur une surface comparable à celle de l'Europe (figure 15).

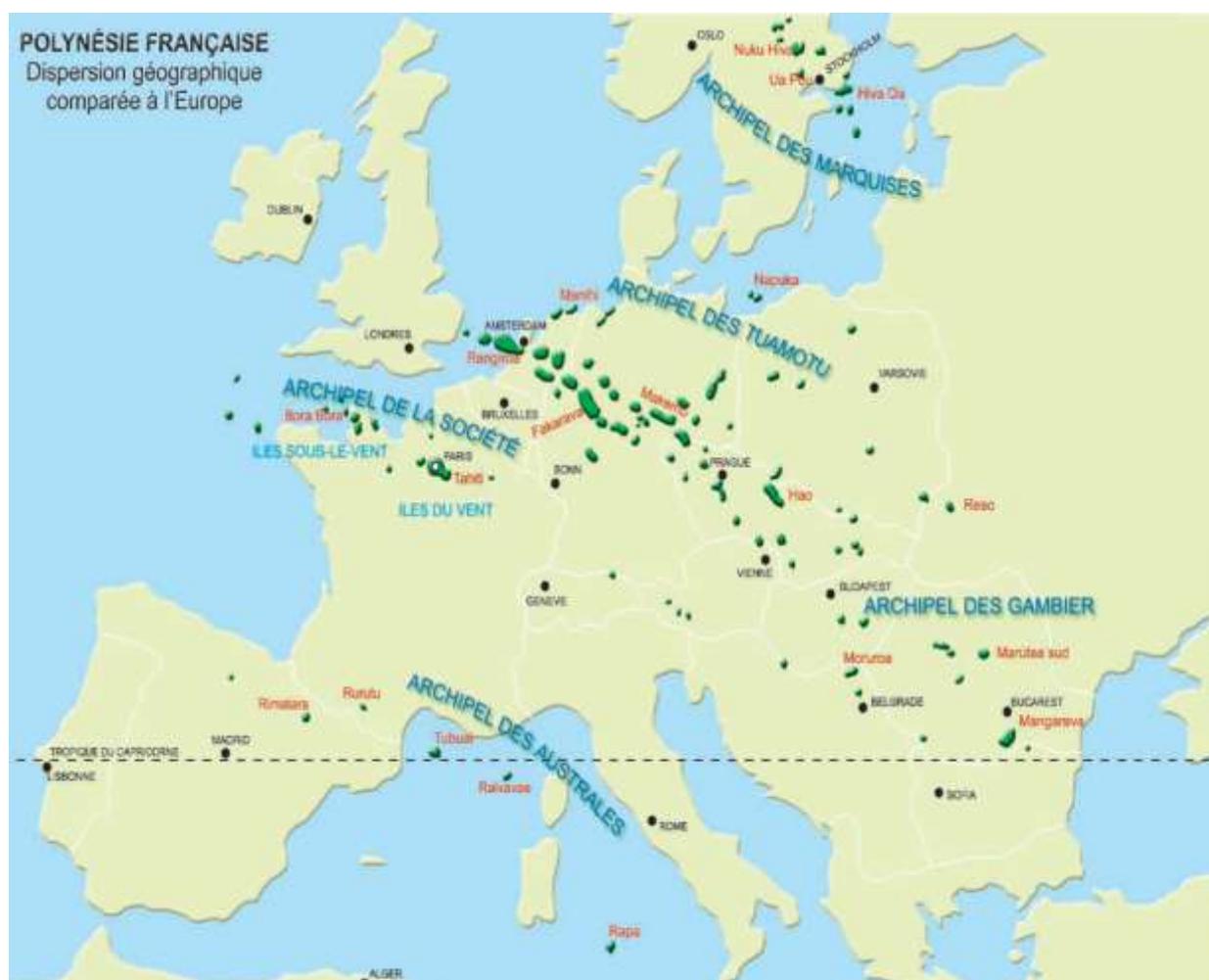


Figure 15 : Comparatif de l'étendue de la Polynésie par rapport à l'Europe (d'après Polybref)

La Polynésie française est isolée au milieu de l’océan Pacifique et son climat est typique de sa latitude (tableau 2). La monnaie locale est le Franc de la Compagnie Française du Pacifique (tableaux 3 et 4)

Tableau 2 : Le climat à Tahiti en 2007 (Source : Service de Météorologie)

CLIMATOLOGIE A TAHITI EN 2007	
Température moyenne	27°C
Précipitations	2 058 mm/an
Ensoleillement	2 573 heures/an

Tableau 3 : Taux de change entre le F.CFP (Franc de la Compagnie Française du Pacifique) et l’Euro (Source : Banque de Polynésie)

TAUX DE CHANGE (Taux moyen annuel en 2007)	
1 euro	119,33 F.CFP
1 dollar EU	87,19 F.CFP
100 yen	74,01 F.CFP

Tableau 4 : Comptes économiques en 2005 (Source : Institut de la Statistique de la Polynésie Française)

COMPTES ECONOMIQUES EN 2005	
Produit Intérieur Brut	525 957 millions de F.CFP
Produit Intérieur Brut par habitant	2 066 millions de F.CFP

Le nombre de professionnels de santé présents en Polynésie française sont récapitulés dans le tableau 5.

Tableau 5 : Nombre de professionnels de santé (Source : Ordre national des Médecins, des Chirurgiens-dentistes, Direction de la Santé)

SANTE (Secteurs public, privé et militaire)	
Médecins	178 (pour 100 000 habitants)
Pharmaciens	41 (pour 100 000 habitants)
Chirurgiens-dentistes	41 (pour 100 000 habitants)

(Polynésie en bref 2008, www.ispf.pf)

B) Croissance et développement des plants

C'est à partir des observations dans le milieu naturel où pousse le noni qu'un modèle pour son exploitation en culture parcellaire a pu être élaboré. Des études ont été réalisées à partir de 1994 par Charles Garnier et ont porté dans un premier temps sur des observations du noni en milieu naturel sur Tahiti et Moorea, leur objectif était d'évaluer, dans les écosystèmes spécifiques et naturels des îles hautes, comme sur les motu, les populations de *M. citrifolia*, et de corréliser aux critères édaphiques le développement végétatif et la productivité de cette plante, avec pour critères particuliers les conditions écologiques, abiotiques et biotiques. (Garnier, 1997) Diverses autres études ont permis d'approfondir les connaissances sur la croissance et le développement de *M. citrifolia*.

Il en est ressorti que :

Le taux de croissance est modéré, généralement de 0,75 à 1,5 mètres par an et il ralentit quand les arbres atteignent la maturité.

Les fleurs et les fruits se trouvent généralement à l'extrémité des branches.

Si les conditions sont favorables, la plante porte des fruits environ 9 mois à 1 an après sa plantation. (Chan-Blanco *et al.*, 2006)

La taille des arbres sur lesquels ont été recensés les fruits varie de 1 à 3 m. En milieu naturel, l'âge des plants est relativement difficile à évaluer avec précision, une estimation a été déduite, qui sera validée en parcelles d'essais.

La floraison et la production de fruits sont continues tout au long de l'année. Des variations peuvent se produire en raison des effets saisonniers (température, pluie, intensité et durée d'ensoleillement).

Les premières observations montrent une productivité assez constante pendant l'année avec un accroissement lorsque les journées sont plus longues, c'est-à-dire à partir du mois d'août.

La floraison étant continue, le fruit poursuit sa maturité pendant que la branche qui le porte produit d'autres fleurs pour continuer le cycle de fructification : donc, sur la même branche se trouvent un fruit immature et plus bas d'autres fruits à différents stades de maturité. La taille des fruits est très hétérogène.

Un échantillonnage a été collecté, mesuré et pesé : le poids moyen d'un fruit est en général de 150 g. Le nombre de fruits sur un arbre à différents stades de maturité peut varier entre 30 et 40 fruits. L'estimation de la production par plant compte tenu du passage du stade 3 au stade 4 de maturité est donc de 5 kg par mois.

La différence de productivité entre les plants ensoleillés et ombragés n'a pas pour l'instant de caractère significatif.

Cependant, il convient de préciser que la productivité d'un plant dépend d'une intégration de plusieurs facteurs tels que l'âge de la plante, les conditions édaphiques et leur situation pédologique. (Garnier, 1997 ; Nelson 2006 ;)

C) Lieux de culture

A Hawaii, il y a plusieurs catégories de lieux de cultures qui sont définis par le type de sols qui existent. Sur Big Island, par exemple les trois types de lieux de culture sont les sols profonds (par exemple la côte Hamakua, Kainaliu et quelques zones de South Kona), les roches de lave (par exemple lower Puna, Kona airport Agricultural Park), les sols de roche de lave mélangés (Panaewa, Kea'au). Le noni semble mieux grandir dans les sols rocheux grâce à l'absence de nématodes à galle dans ces sols. Cependant, si ces parasites ne sont pas présents dans les zones à sol profond, alors le noni pousse très bien. (Nelson, 2003)

D) Multiplication du noni

(Nelson, 2003 ; Nelson 2005, Nelson 2006)

Le noni peut se multiplier par la méthode sexuée qui donne les graines ou par la méthode asexuée c'est-à-dire par bouturage, marcottage ou boutures racinaires. Cette dernière méthode cependant ne favorise pas le développement de la racine pivotante et peut par conséquent déstabiliser la plante au moment de la production. (Garnier 1997). Les méthodes de propagation par les graines, ainsi que la bouture de branches verticales sont préférées. Le désavantage de la propagation par les graines est que sans traitement de la graine, la germination prend 6 à 12 mois voir plus. Le désavantage de la méthode par bouture est que les plants ne seront pas aussi forts et résistants aux maladies que les jeunes pousses, et le tronc et les branches peuvent plier et casser pendant les premières années de production de fruits.

1) Multiplication par utilisation de graines :

❑ Collection des graines:

Il faut choisir des fruits très mûrs, c'est à dire quand ils sont mous, translucides et qui présentent l'odeur qui les caractérise (figure 16). Il vaut mieux choisir les fruits d'arbres qui ont une forte production de fruits et des feuilles vigoureuses. (Nelson 2006). Les meilleurs fruits pour collecter les graines sont ceux que l'ont ramasse après qu'ils soient naturellement tombés de l'arbre. Les fruits ayant la moindre teinte verte doivent être éliminés car les graines qu'ils contiennent ne sont pas complètement développées et peuvent ne pas germer. Si les fruits ramassés ne sont pas mûrs, il faut les laisser atteindre la complète maturité.



Figure 16 : Un fruit mûr de noni dans une passoire (d'après Nelson)

Les graines doivent être séparées de la chair collante et des fibres si l'on veut obtenir une germination uniforme. (Nelson 2003, 2005). Tout d'abord, il faut fractionner le fruit à la main en petits morceaux (figure 17).



Figure 17 : Fruit de noni broyé à la main (d'après Nelson)

Puis il faut séparer les graines de la chair en utilisant un jet d'eau et une passoire avec des trous un peu plus petits que les graines et laver jusqu'à ce que la pulpe passe à travers la passoire, cette dernière ne retenant que les graines propres (figure 18).



Figure 18 : Un jet d'eau puissant pour séparer graines et pulpe (d'après Nelson)

Le fait de frotter les morceaux de fruits à la main ou avec un objet peut aider la chair du fruit à passer à travers la passoire (figure 19). Tout ce processus peut prendre 15 minutes ou plus.



Figure 19 : Les graines adhèrent à la serviette (d'après Nelson)

□ Scarification des graines :

Il est nécessaire de scarifier l'enveloppe dure de la graine en la coupant ou en la piquant afin de réduire significativement le temps de germination, augmenter le pourcentage de germination et favoriser une germination uniforme. Pendant que dans la nature, l'enveloppe de la graine doit se décomposer lentement avant que l'eau ne puisse entrer, la scarification permet de surmonter cette dormance naturelle de la graine. Les graines non scarifiées peuvent mettre 6 mois ou plus pour germer. Grâce à la scarification, les graines peuvent germer en 20 à 120 jours, en fonction de la température, de l'environnement et de la variété ou du génotype.. Si les conditions sont optimales, 60 à 70% des graines vont germer. La germination peut être rapide et uniforme (20 jours) en plein soleil ou en ombre partielle à une température approximative de 38°C.

Si les graines doivent être utilisées immédiatement, on peut mettre les fruits mûrs avec de l'eau dans un blender classique. En utilisant un blender avec précaution (quelques brèves impulsions) pour séparer les graines de la chair, les graines sont scarifiées en même temps car elles flottent et peuvent être soumises aux impulsions du blender. Mais, il résulte de ce procédé qu'un grand nombre de graines auront leur embryon détruit.

Une méthode plus fiable mais beaucoup plus longue est d'utiliser un coupe-ongle ordinaire pour enlever le bout de l'enveloppe (figures 20, 21 et 22). Il faut couper 1,5 à 2 millimètres pour créer une fine ouverture dans l'enveloppe double couche. Il faut faire attention de ne pas couper trop loin car l'embryon serait endommagé. Le coupe-ongle n'a pas besoin d'être stérilisé pour cette opération.

Certains cultivateurs préfèrent laisser les graines tremper quelques jours dans de l'eau chaude avant de les couper, mais ce n'est pas absolument nécessaire.



Figure 20 : Graine de noni entière (d'après Nelson)



Figure 21 : Graine de noni bien coupée (d'après Nelson)



Figure 22 : Graine de noni coupée trop loin, on distingue l'embryon (d'après Nelson)

❑ Séchage des graines :

Les graines de noni peuvent être séchées et stockées (figure 23), mais leur durée de vie n'est pas exactement déterminée. Le temps de conservation raisonnable semble être un an. Après les avoir nettoyées, les graines sont répandues sur un journal et sèchent à l'ombre ou dans une pièce peu humide pendant deux ou trois jours. Il est nécessaire de les agiter de temps en temps. Les graines peuvent être alors stockées dans un conteneur hermétique à température ambiante. Mais, la germination est supérieure pour les graines fraîches, souvent plus de 90%. On a approximativement 40 000 graines/kg pour le noni Hawaïien.



Figure 23 : à gauche graines fraîches, à droite graines séchées (d'après Nelson)

❑ Plantage des graines :

Les graines fraîches peuvent être plantées directement, mais certains agriculteurs les font tremper jusqu'à ce qu'elles commencent à germer puis les mettent en pot. Une solution d'eau acidifiée d'acide chlorhydrique normale à la concentration de 30 % peut être utilisée pour ramollir le tégument et initier la germination aux environs de 2 mois. (Garnier 1997) Au bout de 9 mois à un an, les pousses sont transplantées en champ.

□ Le milieu de culture :

Un mélange de sol forestier naturel sans mauvaises herbes ni nématodes, avec du sable, des cendres volcaniques et/ou du compost organique est excellent pour la production de jeunes pousses. Le mélange préféré pour les graines de noni doit être léger et bien drainé, mais retenant bien l'humidité, légèrement acide à légèrement alcalin (en fonction de la matière localement disponible, et avec un taux élevé de matières organiques tirées de compost ou de tourbe. Les mélanges infestés par des nématodes doivent être éliminés ou traités par la chaleur (au moins 50°C pendant 15 minutes) avant d'être utilisés. Un mélange inerte comme la vermiculite (figure 24) ou un mélange tourbe-perlite convient bien malgré qu'il soit relativement stérile.



Figure 24 : Une poignée de Vermiculite (d'après Nelson)

La plupart des pépinières préfèrent ces mélanges de terreaux naturels plutôt que des mélanges commercialisés tout prêts. Un paillis (par exemple de la cendre, de la sciure, des débris de feuilles, du sable...) peut être placé par dessus les graines pour contrôler les mauvaises herbes et retenir l'humidité.

□ Pot à semis et conditions environnementales:

Le pot à semis doit être rempli à environ 2-3 centimètres du haut avec le mélange désiré (par exemple une part de tourbe mélangée avec une part de perlite ou de vermiculite) et une poignée de graines scarifiées de noni doit être dispersée à la surface. Il est nécessaire de couvrir avec une couche d'un bon centimètre de terreau légèrement compressé et de mettre le pot dans un endroit ensoleillé, chaud, et d'arroser tous les jours (figure 25).



Figure 25 : Jeunes pousses dans un pot à semis rempli de Vermiculite (d'après Nelson)

Des bacs à semis dans les pépinières peuvent aussi être utilisés à la place des pots. Les pépinières peuvent utiliser le sol local additionné de compost (le mélange doit être plus léger que celui utilisé pour les pots et donc avoir une proportion plus élevée de vermiculite ou perlite) placé à 15-20 centimètres au dessus du sol. Les pots comme les pépinières doivent être placés dans une zone protégée du vent et de la forte pluie (comme une serre).

La température pendant la germination des graines est peut être le facteur le plus critique, avec l'humidité. Le noni germe le plus facilement autour de 38°C. A des températures plus basses, la germination nécessite plus de temps, on peut donc utiliser des chauffages pour atteindre les 38°C. Le noni peut germer en plein soleil ou à l'ombre totale, le mieux étant une ombre partielle (20 à 30%) pour éviter que la terre soit trop sèche. Les engrais ne sont pas nécessaires à ce stade, on attendra que la jeune pousse ait ses premières feuilles. Le noni est extrêmement tolérant vis à vis de conditions environnementales et est suffisamment robuste

pour germer dans la nature malgré des conditions parfois très dures. C'est pourquoi les mélanges et les conditions suggérés précédemment ne sont pas obligatoires mais seulement optimaux.

❑ Repiquage en pot individuel:



Figure 26 : Pousse avec une belle racine et quatre feuilles pouvant être repiqué en pot individuel (d'après Nelson)

Quand les pousses ont atteint le stade de 4 feuilles et que les racines pivotantes atteignent le fond du bac à semis (au bout de 4 à 6 semaines), elles peuvent alors être repiquées en pot individuel pour la phase de croissance (figure 26). Il vaut mieux choisir des pots larges et profonds car pour obtenir des pousses avec des grandes racines pivotantes qui supporteront mieux la transplantation et donneront des plantes plus grandes et vigoureuses. On choisit des pots de 4 litres et de 15 centimètres de diamètre. On mettra les pousses à l'ombre partielle mais dès 1 ou 2 mois elles peuvent être mises en plein soleil.

Les semis doivent être bien espacés pour permettre une pénétration maximum de la lumière du soleil et une bonne circulation de l'air. Dans certains cas, on pourra compléter en

engrais une fois par mois ou bien utiliser un engrais à libération contrôlée dont la fréquence d'administration dépend de la période de relâchement de la formulation choisie. Les formules équilibrées comme 14-14-14 ou 8-8-8 (azote-acide phosphorique-potasse, en kg pour 100 kg) sont conseillées car elles contiennent des micro nutriments. Cela aidera à la croissance et au développement. Les pousses répondent aussi très bien à l'application d'engrais liquide formulé pour cet usage sur les feuilles. Le noni étant très résistant au sel, il y a très peu de risque de brûlure avec l'engrais.

La taille des plants pour la transplantation en extérieur dépend de l'âge des pousses, de la fertilité du terreau, de la taille du pot, de la variété du noni et du niveau d'ombre utilisé. Une pousse solide qui a au moins 20-25 centimètres de tige lignifiée (c'est à dire qui a 150 à 180 jours) a une excellente performance après avoir été transplantée en extérieur. Généralement, les pousses sont gardées en pot 9 à 12 mois avant d'être transplantées dans un champ (figure 27).



Figure 27 : Plants dans des pots à semis prêts pour la transplantation (d'après Nelson)

❑ Transplantation en champ :

Les pousses de noni peuvent être transplantées 2 à 12 mois après la germination. Les plants très jeunes (2 à 3 mois et 10 à 15 cm de haut) nécessitent plus de soins car ils sont plus vulnérables aux variations environnementales et aux maladies. Les plants plus vieux (environ 9 mois) sont préférés car plus solides. Toutefois il est possible de transplanter des plants de 3 ans voir plus s'ils sont en bonne santé et qu'ils ne se sont pas trop accroché au pot.

Après cette transplantation en extérieur, la première année de croissance est très lente à cause du choc de la transplantation et l'établissement du système racinaire. Puis, la croissance est beaucoup plus rapide et la plante gagne en taille et en masse photosynthétique.

2) Propagation par bouture:

Cultiver le noni à partir de boutures de tiges (verticales ou latérales) réduit le temps nécessaire pour obtenir des plantes prêtes pour la transplantation. Les boutures donneront des racines rapidement sous de bonnes conditions. Un mélange d'enracinement peut aider les racines à pousser plus vite.

Il faut sélectionner des plantes vigoureuses. On peut enlever une branche ou une tige et vérifier qu'il y ait un écoulement de sève fraîche à la blessure. Si la sève coule facilement, les boutures pourront être faites à partir de cet arbre. Sinon, il faut changer de plante, d'endroit ou peut-être attendre une meilleure période de l'année. Le flux de sève indique que la plante est vigoureuse, qu'elle pousse activement et qu'elle a de hautes réserves d'énergie.

De nombreuses tailles de morceaux de tiges peuvent être utilisées, mais ceux de 20 à 40 centimètres sont maniables et efficaces.

Ensuite il faut mettre la bouture dans un pot contenant un mélange de croissance. Il faut qu'il soit sain donc on peut préférer un mélange artificiel à de la terre naturelle non traitée. Il faut choisir un endroit avec une ombre partielle et bien arroser les boutures jusqu'à ce que les premières racines apparaissent. Alors on peut mettre les boutures en plein soleil et commencer la fertilisation (figure 28).

Les plantes qui viennent de tiges latérales ont tendance à grandir prostrées et les branches seront susceptibles de se fendre si le poids des fruits est trop important.

Les boutures auront des racines en 3 semaines et seront prêtes à être transplantées en extérieur en 6 à 9 semaines. Comme les pousses obtenues à partir des graines, les boutures peuvent grandir dans des pots jusqu'à 6 mois ou plus et donner d'excellents résultats une fois transplantés.

En général les cultivateurs choisissent de faire des plantes à partir de boutures parce qu'ils gagnent beaucoup de temps entre la mise en culture et la première récolte.



Figure 28 : Pousses réalisées à partir de boutures de tiges (d'après Nelson)

E) Culture en champ

Il faut éviter un champ où des plantes ont été cultivées récemment à cause de la susceptibilité du noni aux nématodes à galle. On choisit un endroit assez ensoleillé, avec un sol bien drainé et bien aéré. Faire un trou de la taille du pot et transplanter avec précautions. Si le sol est rocailleux, labourer avant.

Les jeunes arbres de noni poussent mal si les vents sont forts. Si le site est venteux, des paravents devront alors être installés. Des arbres comme l'eucalyptus, l'arbre de fer (*Casuarina equisetifolia*), ou le wiliwili (*Erythrina sandwicensis*) font d'excellents paravents pour le noni.. Il supporte très bien le voisinage d'un arbre de fer.

La bonne distance entre deux plants de noni est de 3 à 4,5 mètres. Si on met 3,66 mètres (12 pieds) (figure 29) entre chaque plant, on pourra mettre 290 plants par acre (4047 m²). Si on augmente la densité en rapprochant les plants, il y aura un entassement, ce qui peut augmenter les problèmes de maladies.



Figure 29 : Plants espacés de 12 pieds environ 1 an après la transplantation (d'après Nelson)

Les jeunes plants de noni de moins de 3 ans doivent être taillés après ou pendant leur première année de production de fruits. Les années suivantes, les plants taillés deviendront buissonneux. Parce que les arbres de noni peuvent atteindre 6 mètres de haut, les cultivateurs préfèrent tailler les branches verticales pour faciliter la récolte des fruits. La taille est un moyen d'interrompre les conditions qui contribuent à l'apparition de maladies.

La quantité de nutriments et la fréquence d'administration des engrais dépendent de la nature du sol et de la pluie. Le noni étant en bonne santé seul dans la nature, on peut en déduire qu'il ne nécessite que de petits apports en engrais. Mais, si une production intensive de fruits est recherchée alors un programme de fertilisation est recommandé. Le mieux étant des applications fréquentes de petites quantités d'engrais. (On rappelle que grâce à sa tolérance au sel, le noni peut supporter une grande quantité d'engrais au niveau des racines sans être brûlé). (Nelson 2003) L'azote doit être disponible au stade de croissance. Cependant, un seuil de réserve devra être constitué dans le sol pour assurer sa présence continue. Le noni est très avide de phosphate. Il pourra aussi bien être épandu à la volée qu'appliqué au pied du plant. L'élément soufre doit impérativement être présent dans le programme de fertilisation en quantité suffisante mais pas autant que le Phosphore. La potasse, par contre, doit être mise à la disposition de la plante comme l'azote. Les micro-éléments tels que le fer, le cuivre, le manganèse, le zinc, le molybdène et le bore doivent être appliqués par la méthode foliaire à cause de leur effet antagoniste sur les cations Ca^{2+} , Mg^{2+} , P^{5+} et K^+ dans le sol. (Garnier 1997) On favorise la production chez les jeunes plants d'un feuillage luxuriant avec des engrais équilibrés de type 14-14-14 ou 16-16-16 et à libération contrôlée. Par contre, chez des arbres matures, on va favoriser la production de fruits avec des engrais riches en phosphore de type 10-20-20 ou 10-45-10 et en granulés à disponibilité rapide. L'engrais doit être appliqué à distance du tronc, à l'endroit où les gouttes d'eau tombent du feuillage. Les plants de tous les âges répondent bien aux sprays d'engrais pour feuilles. La production de fruit est sensible aux sprays riches en phosphore (10-45-10) et aux produits (par ex. les émulsions d'algue) contenant de l'azote et des éléments mineurs.

Les engrais organiques efficaces pour la culture du noni incluent le corail écrasé, la dolomite, le K-mag, le 7-7-7 et un mélange de fumier de poulet et des balles de noix macadamia. Quelques endroits profiteront des applications annuelles de chaux, environ 500 grammes par pied.

Le noni mature vit avec une irrigation modérée et peut supporter des périodes de sécheresse. Mais si les plants ont moins de 3 ans et qu'il fait sec, alors il sera nécessaire d'arroser une fois par semaine jusqu'à 38 litres par plant. Mais, trop arroser peut accélérer les dégâts au noni des nématodes, faire pourrir les racines et diluer les engrais. (Nelson 2003)

F) Récolte des fruits :

La récolte se fait tout au long de l'année, bien que la production diminue durant les mois d'hiver à Hawaï. Un champ est habituellement récolté 2 à 3 fois par mois. Son taux de production augmentant avec les années (tableau 6)

Tableau 6 : Rendement possible du noni à différents stades de croissance

Mois	Rendement en fruits
0 à 9	Pousses à la nurserie, 0 kg
9 à 12	Transplantation en champ, 0 kg
12 à 24 (année 1)	11 kg/plant/an
24 à 36 (année 2)	22 kg/plant/an
36 à 48 (année 3)	44 kg/plant/an
48 à 60 (année 4)	82 kg/plant/an
60 à 72 (année 5)	109 kg/plant/an

(Estimation réalisées basées sur un excellent management des pratiques de la ferme et sur d'excellentes conditions de croissance. Un grand nombre de facteurs pouvant diminuer ces rendements. (Nelson 2003))

G) Les maladies et parasites recensés

Le noni est susceptible d'être attaqué par beaucoup d'insectes nuisibles et de pathogènes. Les dommages dépendent de la maladie attrapée mais aussi de l'environnement. Quand il pousse dans un écosystème divers de forêt, le noni souffre habituellement de quelques petites maladies. A l'inverse, quand il pousse dans une exploitation avec un système monoculture moderne, il est beaucoup plus susceptible d'être attaqué par de nombreux insectes et maladies et à une intensité supérieure à ceux rencontrés dans la nature. De plus, le noni cultivé dans un champ ayant auparavant servi à la culture de fruits ou de légumes tend à être exposé à de nouvelles maladies rares ou absentes milieu naturel ou en forêt. Les maladies causées par des champignons se déclarent souvent dans les zones humides. (Nelson 2006)

1) Anthracnose :

Cette maladie est due à un champignon, *Colletotrichum* sp. Il en résulte une défoliation importante (figure 30).



Figure 30 : Feuille touchée par l'anthracnose (d'après Nelson)

On peut contrôler la maladie par assainissement (enlever et ramasser les feuilles malades) ou par application périodique d'antifongiques. Il faut aussi contrôler l'humidité (taille des branches, espacement des pieds, bon drainage, éviter l'arrosage par le haut...) et bien nettoyer outils et mains pour ne pas transporter le champignon.

2) Criblure :

Cette maladie est due à un champignon non identifié. Il en résulte de petites lésions marron de 2 à 10 mm de diamètre (figure 31).



Figure 31 : Feuille atteinte de criblure (d'après Nelson)

On contrôle la maladie de la même manière que précédemment.

3) Black flag (drapeau noir) :

Cette maladie est due à un champignon, *Phytophthora* sp. Elle inhibe beaucoup la croissance des feuilles et le développement des fruits (figure 32).



Figure 32 : Feuilles et fruits atteints par le Black Flag (d'après Nelson)

Elle a des conséquences plus graves (elle touche aussi les fruits) mais est aussi plus rare. On contrôle cette maladie comme précédemment.

4) Pourriture noire « stem blight » :

Cette maladie est due à un champignon *Sclerotium rolfsii* et aux nématodes à galle *Meloidogyne* spp. Les feuilles jaunissent (figure 33) puis la plante se nécrose et peut mourir.



Figure 33 : Pant de noni atteint de pourriture noire (d'après Nelson)

Il faut éviter de planter dans des secteurs à basse altitude avec un faible drainage; éviter de blesser des tiges avec les outils de désherbage. Ne pas empiler de cailloux ou de paillis autour du pied de la plante. Eviter tout stress à la plante. C'est une maladie rare qui n'apparaît que dans certaines conditions mais qui est à chaque fois sérieuse et qui favorise les nématodes.

5) Chancre de tige :

Cette maladie semble être due à un champignon et provoque un chancre (figure 34)



Figure 34 : Tige de noni atteinte de chancre (d'après Nelson)

C'est une maladie rare qu'on ne sait pas encore bien contrôler.

6) Nématode à galle :

Cette maladie est due au nématode *Meloidogyne* spp.



Figure 35 : à droite noni atteint par les nématodes à galle ; a gauche premiers symptômes sur des racines (d'après Nelson)

C'est la plus importante cause de mort des plants de noni et de perte de rendement, elle est fréquente partout (figure 35). Ces vers qui parasitent les racines sont très destructeurs et peuvent causer des faillites d'exploitations. Une fois établis dans un champ, ils sont pratiquement impossibles à éradiquer.

On peut contrôler la maladie en évitant les sols non traités ou infestés pour planter les jeunes pousses, utiliser des compostes, utiliser des engrais pour feuilles, éviter l'introduction de plants infestés dans un champ, avoir du matériel propre, avoir une irrigation modérée.

7) Maladies dues aux insectes nuisibles :

On trouve :

- les aphidés (ex : le puceron du melon *Aphis gossypii*).
- les cochenilles (ex : la cochenille verte *Coccus viridis*)
- les charançons
- les mineuses des feuilles
- les mouches blanches (ex : *Dactylopusia kirkadyi*)

- les chenilles (ex : *Achaea janata*)
- les thrips (ex : greenhouse thrips *Heliethrips haemorroidalis*)
- et une espèce non identifiée de mite eriophyide.

Ce sont des insectes nuisibles qui se nourrissent de la sève du noni et causent des dommages directs à l'alimentation de la plante. L'utilisation excessive d'engrais peut attirer ces insectes, ainsi que le manque de nutriments et les problèmes de racine. Pour lutter on peut utiliser des sprays de savon ou d'huile insecticides.

De plus, ces nuisibles favorisent l'installation de « sooty mold », (un champignon de couleur noire) sur les feuilles de noni. En contrôlant les insectes nuisibles qui déposent un miellat sur les feuilles, on peut contrôler l'apparition de « sooty mold ». En effet, le miellat sucré et collant est utilisé par le champignon comme substrat.

(Nelson 2003, 2006)

8) Mauvaises herbes parasites :

Le noni peut être infecté par des graines de plantes parasites du littoral, dont la cuscute (*Cuscuta* spp.) et *Cassytha filiformis* (figure 36). (Nelson 2006)



Figure 36 : Arbre de noni colonisé par *Cassytha filiformis* (d'après Nelson)

9) Maladies dues à des déficiences nutritionnelles :

Le noni peut présenter un large éventail de symptômes de feuilles anormales dus à des déficiences en éléments nutritifs (par ex. azote, fer et phosphore). Les déficiences en fer et en autres éléments mineurs se traduisent par une chlorose ou par un dessèchement du bord des feuilles. Les déficiences en phosphore se traduisent par des feuilles qui s'enroulent, deviennent violettes et se nécrosent au niveau de la marge. Le développement des symptômes et l'expression des déficiences nutritionnelles dépendent du milieu de pousse (naturel ou agricole), de l'ensemble des facteurs de stress de la plante (eau, maladie, santé des racines, administration d'engrais), et de l'ensemble des besoins pour la nutrition et/ou la production (faible à élevé). (Nelson 2006)

10) Lutte contre ces maladies :

La gestion d'une exploitation doit prendre en compte ces maladies et insectes nuisibles et lutter, mais aussi tenir compte de l'éventuelle toxicité et de la contamination des produits pouvant résulter de l'usage de pesticides. (Nelson 2006)

En octobre 2002, le département de l'agriculture d'Hawaii a établi une liste des pesticides autorisés pour la culture du noni. Les produits non mentionnés ne sont pas autorisés. (Nelson 2003)

PARTIE II : L'INTÉRÊT PORTÉ AU NONI,
D'HIER A AUJOURD'HUI

Dans cette partie, nous allons voir comment l'homme a depuis longtemps utilisé le noni pour des usages diverses, et ce qu'il en est de nos jours.

I) Usages traditionnels :

Dans la mythologie polynésienne, le noni serait né des corps humains ensevelis, comme les autres plantes. Dans la légende, le cocotier aurait jailli de la tête de l'homme et le noni aurait son origine dans le cérumen...en effet son écorce permet d'obtenir un jaune brillant. (Ollier, 2006)

Le noni a accompagné les premiers colons Polynésiens plusieurs siècles avant Jésus-Christ lors des voyages en canoë pour ses propriétés médicinales, comme aliment et comme teinture pour les vêtements. Il a été introduit à Hawaii et en Polynésie centrale approximativement au début de notre ère. (Abbott, 1985)

A) Dans les rituels :

Le fruit de noni était souvent associé à des rituels chez les peuples polynésiens. Le trait de mœurs ci-dessous est une coutume polynésienne, observée et décrite avec stupéfaction par un colon européen.

« Trait de mœurs. – Nous avons parlé de la débauche à laquelle se livraient ces peuples ; elle était sans frein. Les voyageurs qui leur ont donné l'épithète de voluptueux ont été au-dessous de la vérité. La corruption des femmes et des jeunes filles même était grossière, et la seule différence qu'elle présente avec celle dont nous avons le spectacle aujourd'hui, c'est qu'elle n'était pas ordinairement vénale.

On pourrait trouver cependant çà et là des tableaux d'une couleur plus riante et y arrêter un instant ses regards. On verrait par exemple, une foule de jeunes hommes se livrer aux délices du bain sous les berceaux enchanteurs qui ombragent certains bassins de leurs rivières, et tout à-coup un fruit lancé du bocage voisin venir frapper l'un des baigneurs à l'épaule. Ce fruit s'appelle un *nono* ; il n'a ni noyau ni aspérités extérieures ; c'est un projectile qui ne peut faire de mal. Un cri s'élève, parce que c'est le signal d'une bonne fortune pour celui qui a été frappé, et qui s'élance aussitôt hors de l'eau dans la direction d'où est parti le *nono* pour

courir à la recherche d'une Galathée qui ne se laissera pas longtemps poursuivre. Il est vrai que tout n'était pas toujours roses pour le jeune homme au nono ; quelquefois il le savait, et au lieu de s'élancer comme une flèche à la recherche de celle qui le favorisait, on le voyait se diriger vers le fourré d'un pas singulièrement alourdi : c'est qu'une vieille cheffesse l'y attendait : il ne s'agissait donc plus d'amour, mais d'un ordre en vertu duquel il fallait marcher. Cette triste corvée était compensée par l'honneur d'être le favori d'une personne d'un rang élevé ; on voit que c'était un commencement de commerce. C'est à cause de cela qu'on désignait habituellement un enfant illégitime par l'épithète de Taoranono (*thaora*, lancer). »

(De Bovis, 1855)

Comme autre coutume, le noni était utilisé pour la mauvaise odeur de ses fruits qui aurait chassé les fantômes lors des cérémonies religieuses. (Ollier, 2006 ; Nelson 2006)

B) En teinturerie :

L'utilisation du noni en teinturerie traditionnelle est toujours d'actualité et sert à la teinture des vêtements et des tissus. L'écorce est utilisée pour obtenir une teinte rouge, et les racines une teinte jaune. Les racines trop vieilles sont inutiles car la couleur disparaît. En utilisant des mordants différents (chrome, fer, étain,...), des teintures variées peuvent être obtenues : jaune, rouge, lilas, écarlate, chocolat, mauve et noir. (Ollier, 2006 ; Nelson, 2006 ; Morton, 1992)

La teinture rouge obtenue est très brillante et beaucoup plus tenace que les autres teintures rouges. (Morton, 1992)

A Vanuatu et en Nouvelle-Calédonie, la teinture obtenue à partir des racines sert à colorer les cheveux en blond. (Ollier, 2006)

C) En alimentation :

En 1769, Sydney Parkinson, qui faisait partie de l'équipage du Capitaine Cook, nota que les tahitiens mangeaient le fruit de noni. Ce fut la première description écrite de l'utilisation de ce fruit comme aliment. (West, 2006)

Les fruits sont consommés en période de famine à Hawaïi. Encore vert, le fruit est préparé en curry. Mûr, il est mangé cru avec du sel. Il jouait le rôle de stimulant lors des longs voyages en mer, où il était cuit et mélangé à de la noix de coco. (Ollier, 2006 ; Nelson 2006) En Australie, les aborigènes sont très friands du fruit. (Morton, 1992)

Les feuilles adultes sont utilisées pour envelopper et parfumer des aliments comme le poisson lorsqu'ils sont cuits en papillote ; les feuilles peuvent ensuite être mangées avec le poisson. Le riz peut être accompagné de jeunes feuilles cuites comme des légumes, à Java ou en Thaïlande. (Ollier, 2006 ; Nelson, 2006)

D) Autres emplois domestiques :

Le bois du tronc sert comme matériau pour les constructions légères, telles que des rames, des manches d'outils agricoles, certaines parties des canoës, mais aussi comme charbon de bois à Kiribati. (Ollier, 2006 ; Nelson 2006) On le retrouve également en plats et vaisselle. (Morton, 1992)

Les racines sont utilisées pour la sculpture. (Nelson, 2006)

Les feuilles peuvent servir en agriculture dans l'élevage des vers à soie (par ex. en Inde) et comme fourrage pour les animaux. (Ollier, 2006) Les fruits peuvent nourrir les cochons (par ex. à Porto Rico). (Ollier, 2006 ; Nelson, 2006)

A Hawaïi, l'huile des graines est utilisée comme répulsif et insecticide. (Ollier, 2006 ; Nelson, 2006)

E) En médecine traditionnelle :

1) Contexte et modes d'utilisation :

En médecine traditionnelle, le noni est assimilé à une panacée. En effet toutes les parties de l'arbre sont utilisées : fleurs, graines, écorce, racines, feuilles et fruits. Elles servent dans de nombreuses préparations médicinales, dans des protocoles de guérison et dans des méthodes de traitement à travers tout le Pacifique. De plus il soigne des maux divers. Mais selon les pays, les indications sont très diverses (Ollier, 2006 ; Nelson, 2006)

Avant le 20^{ème} siècle, *Morinda citrifolia* est la 2^{ème} plante la plus utilisée en médecine (après le kukui *Aleurites moluccana*) par les praticiens traditionnels Hawaïens « kahuna laau lapaau ». (Abbott, 1985) La partie la plus utilisée est la feuille, vient ensuite le fruit vert, puis l'écorce. On notera que le fruit mûr est très peu utilisé par les praticiens traditionnels alors qu'il l'est largement par les « guérisseurs » (McClatchey, 2002)

Les Hawaïens ont passé 12 à 13 siècles de quasiment complet isolement et n'avaient que quelques maladies infectieuses. Mais lors du contact avec l'ouest, (le capitaine Cook a débarqué en 1778) de nouvelles maladies sont apparues. Les premiers équipages débarqués ont apporté la gonorrhée, la syphilis et probablement la tuberculose (Abbott, 1985). Les hawaïens étant immunologiquement naïfs, ce contact avec les européens a eu pour conséquence d'augmenter considérablement la morbidité/mortalité et la taille de la population hawaïenne a alors commencer à diminuer (Dixon, 1999). Les contacts répétés au cours du 19^{ème} siècle ont apporté le choléra, la pneumonie, la lèpre...et d'autres maladies contre lesquelles les herbes médicinales traditionnelles n'étaient pas efficaces. (Abbott, 1985)

Avant le contact avec les européens, la médecine polynésienne reflétait les problèmes de santé de l'époque mais aussi les modèles explicatifs des maladies. Les étiologies des maladies combinaient des causes naturelles (froid, humidité, traumatismes, saleté...) et personnelles (les esprits, dépasser les *kapu* (ce qui est interdit), perdre son *mana* (pouvoir), ou déchirer sa famille ou la communauté par un acte immoral, un sacrilège ou tout autre comportement antisocial). Parmi les traitements, on comptait la phytothérapie, le massage, la transpiration et des traitements plus spécialisés pratiqués par le *kahuna*, le répertoire collectif de la connaissance traditionnelle. (Etkin, 2003). On notera que les tradi-praticiens voyaient la médecine comme un don de Dieu ou de leurs ancêtres et n'envisageaient pas une quelconque rémunération. Dans le cas contraire, ils risquaient de perdre leurs pouvoirs et même de contracter la maladie qu'ils voulaient soigner. (Mc Clatchey, 2002)

Jusqu'au milieu du milieu du 19^{ème} siècle, les *kahuna* Hawaïens n'utilisaient par voie interne que quelques médicaments en dehors des émétiques ou des laxatifs. Les plantes étaient donc choisies pour leur goût et leur odeur désagréables qui repoussaient les esprits, les dieux et quoi que ce soit qui pouvait provoquer la maladie. Le fruit mûr de noni était utilisé en Polynésie pour cet usage. Cette notion est répandue dans le monde entier : les bons médicaments ont mauvais goût. En effet, le noni était considéré pour ses propriétés « nettoyantes » du sang, des intestins et d'autres systèmes du corps. Toutefois la plante de noni était malgré tout utilisée en usage externe. (Etkin *et al.*, 2003 ; Dixon, 1999)

2) Indications :

Les tableaux ci-dessous répertorient les indications traditionnelles du noni et sont classées en fonction de la partie de la plante utilisée. Cette liste est bien sûr non exhaustive.

Tableau 7 : Utilisations traditionnelles du fruit de *Morinda citrifolia*

FRUIT			
Classe pathologique	Indication	Mode d'utilisation	Zone géographique
<i>Cancer</i>	Cancer		Hawaii
	Fibromes et tumeurs abdominales		Iles de la Société
	Tumeurs internes		Iles de la Société
<i>Diabète</i>		Jus de fruit vert	Iles de la Société, Hawaii
<i>Fatigue</i>	Asthénie des vieillards	Fruit très mûr	Hawaii
	Fortifiant		Tonga
	Tonique	Jus de fruit vert par voie orale	N. Cal., Fidji, Hawaii, Thaïlande
	Cardiotonique, stimulant de l'appétit		Thaïlande
<i>Fièvre</i>	Fébrifuge	Jus de fruit vert	N. Cal., Fidji, Rotuma
<i>Pathologies inflammatoires</i>	Coude enflammé		Hawaii
	Arthrose, arthrite		Hawaii, Polynésie Française
	Gencives enflammées	Fruit vert, carbonisé appliqué avec du sel	Tonga, Sud-est de l'Asie
	Goutte		Polynésie française

Classe pathologique	Indication	Mode d'utilisation	Zone géographique
<i>Pathologies inflammatoires</i>	Rhumatismes	Cataplasme	Polynésie française
	Cedèmes	En topique pour les membres, le cou, les oreilles, le gros intestin Par voie orale pour la mâchoire, la gorge et sous les oreilles	Tahiti
<i>Pathologies cutanées, plaies et blessures</i>	Santé de la peau	Fruit vert mâché	Hawaii
	Faire mûrir les panaris et les abcès	Fruit vert mâché	Iles du Pacifique
	Fractures osseuses	Cataplasme	Hawaii
	Blessures profondes	Fruit jeune avec sel	Hawaii, N. Cal.
	Contusion et foulures		Hawaii
	Furoncles et plaies	Cataplasme	Hawaii, Australie
	Piqûres de <i>nohu</i>		Iles de la Société
	Verrues		N. Cal.
<i>Pathologies de la sphère oro-digestive</i>	Diarrhée		Australie, Vietnam
	Digestion difficile	Jus de fruit vert	Hawaii
	Hémorroïdes	Liquide du fruit vert appliqué en local	Fidji
	Infections buccales	Bain de bouche	Samoa
	Oedèmes et hernies abdominaux		Iles Cook, Vietnam
	Ulcère de la bouche	Liquide du fruit vert appliqué en local	Fidji, Futuna

Classe pathologique	Indication	Mode d'utilisation	Zone géographique
<i>Pathologies de la sphère oro-digestive</i>	Ulcère gastrique	Huile du fruit	Hawaii
	Splénomégalie	Mélangé avec du vinaigre	Guyane
<i>Pathologies gynécologiques</i>	Abortif		Iles de la Société, Malaisie
	Crampes menstruelles	Jus de fruit vert par voie orale	Hawaii
	Leucorrhée		Inde
	Orchites		Iles de la Société
	Pertes blanches		Iles de la Société, Inde
	Suites de couches		Iles de la Société
	Hémorragies utérines		Vietnam
	Emménagogue		Inde, Indonésie, Philippines
	Post-accouchement		Thaïlande
<i>Pathologies infectieuses</i>	Gonorrhée		Iles Cook
	Syphilis		Marquises
	Teignes	Liquide du fruit vert	Fidji
	Tuberculose	Cataplasme du fruit vert écrasé avec de la tige de canne à sucre et des racines de kawa Jus de fruit vert en externe	Hawaii Fidji

Classe pathologique	Indication	Mode d'utilisation	Zone géographique
<i>Pathologies infectieuses</i>	Infections bactériennes, fongiques, virales		Rotuma
<i>Pathologies respiratoires et ORL</i>	Asthme	Voie orale	Hawaii
	Angines, bronchites		Iles de la Société
	Mal de gorge	Gargarisme avec le fruit mûr écrasé	S.E. de l'Asie
	Rhume		Australie
	Toux		Samoa, Vietnam
<i>Divers</i>	Carie dentaire		Brunei
	Ciguatera		Iles de la Société
	Courbatures		Iles de la Société
	Dents douloureuses		Tonga
	Douleurs oculaires		Samoa
	Enflures cornéennes		Iles de la Société
	Grenouillette (double langue)		Iles de la Société
	Infections urinaires	Infusion	Iles Cook
	Insecticide cheveux	Shampooing avec la pulpe du fruit	Hawaii
	Mauvaise haleine et voix rauque	Jus de fruit vert instillé dans chaque narine	Fidji
	Neutralisation des effets secondaires du kawa	Jus de fruit et eau	Iles du Pacifique
Tonifier les cheveux	Huile des fruits mûrs	Hawaii	

Classe pathologique	Indication	Mode d'utilisation	Zone géographique
<i>Divers</i>	Vermifuge		Indonésie
	Dépression	Jus de fruit vert	

Tableau 8 : Utilisations traditionnelles des feuilles de *Morinda citrifolia*

FEUILLES			
Classe pathologique	Indication	Mode d'utilisation	Zone géographique
<i>Cancer</i>	Cancer du sein		Tonga
<i>Fièvre</i>	Fébrifuge	Cataplasme, jus ou décoction	Caraïbes, Hawaii, Samoa, Tonga, Inde
<i>Fatigue</i>	Tonique	Jus	Hawaii, Tonga
<i>Hémorragies</i>	Hémorragies internes		Caraïbes
	Pansement hémostatique lors des circoncisions		Marquises
	Saignement post-partum		Tonga
<i>Pathologies inflammatoires</i>	Gencives enflées	Feuilles mâchées	Samoa
	Articulations douloureuses	Cataplasme	Tonga, Dominique, Caraïbes
	Goutte	Cataplasme, jus en externe	Inde
	Inflammation	Feuille chaude, cataplasme	Marquises, Fidji
	Œdèmes des articulations		Samoa

Classe pathologique	Indication	Mode d'utilisation	Zone géographique
<i>Pathologies inflammatoires</i>	Rhumatismes	Cataplasme Jeunes feuilles seules ou mélangées avec <i>Pothomorphe peltata</i> , macérées dans de l'huile de noix de coco	Fidji, Samoa, Guyane, Caraïbes, Ile Maurice, Tangatapu, Vietnam, Philippines, Inde
	Inflammation des seins		Samoa
<i>Pathologies cutanées, plaies et blessures</i>	Abcès	Cataplasme	Iles de la Société, Tonga
	Blessures oculaires	Liquide utilisé comme rinçage	Micronésie
	Blessures	Feuille mâchée en cataplasme Jus de feuille En enveloppement, la jeune feuille chauffée colle sur elle-même	Inde, Caraïbes, Philippines, Hawaii, N. Cal.
	Brûlures	Feuille fraîche	Iles de la Société, Fidji
	Démangeaisons		Fidji
	Fractures	Feuilles chaude	Hawaii, Fiji
	Furoncles	Cataplasme	Fiji, Tonga, Polynésie Philippines,
	Piqûres de poissons venimeux	Vapeur des feuilles bouillies	Fidji, N. Cal.
	Retrait d'une écharde		Fidji

Classe pathologique	Indication	Mode d'utilisation	Zone géographique
<i>Pathologies cutanées, plaies et blessures</i>	Ulcères	Jus de feuilles chaudes et feuilles	Fidji, Inde, Philippines
	Enlever le pus d'une oreille infectée		Fidji
<i>Pathologies de la sphère oro-digestive</i>	Diarrhée		Hawaii, Afrique, N. Cal., N. Guinée
	Jaunisse		Afrique
	Hémorroïdes	Avec des feuilles de <i>Psychotria sp.</i>	Fidji
	Maladies hépatiques	Feuilles chaudes sur l'abdomen	Caraïbes
	Maux d'estomac	Infusion des feuilles	Tonga, N. Guinée
	Splénomégalie	Feuilles chaudes sur l'abdomen	Caraïbes
	Ulcères gastriques	Jus des feuilles	Fidji
<i>Pathologies gynécologiques</i>	Aménorrhée		Tonga
	Emménagogue		Inde
	Désordres menstruels		Hawaii
	Prévention des risques d'avortement		Afrique
	Douleurs de la grossesse	Avec des feuilles d' <i>Epipremnum pinnatum</i>	Fidji
<i>Pathologies infectieuses</i>	Cédèmes filariens, éléphantiasis		Samoa
	Plaies de la lèpre	Vieilles feuilles chauffées	N. Guinée
	Gonorrhée	Voie orale avec d'autres plantes	Iles Cook

Classe pathologique	Indication	Mode d'utilisation	Zone géographique
<i>Pathologies infectieuses</i>	Malaria		Afrique
	Teignes et gale	Jeunes feuilles dans de l'huile	Fidji
<i>Pathologies respiratoires et ORL</i>	Bronchite du nourrisson		Samoa
	Toux et rhume sévères	Feuilles chaudes	Caraïbes, Samoa
<i>Divers</i>	Antalgique	Infusion	Tonga, Ile Maurice, Tangatapu, Vietnam, Philippines, Inde, Caraïbes
	Post-accouchement		Afrique
	Convulsions		Caraïbes
	Septicémie	En topique avec <i>Artocarpus sp.</i>	Samoa
	Purgative		Afrique
	Dysurie		Ile Maurice, Tangatapu, Vietnam, Philippines, Inde
	Muscles douloureux		Tonga
	Neuralgies	Feuille écrasée dans de l'huile de camphre appliquée sur le visage	Marquises
	Orgelet	Vapeur de feuilles broyées	Tonga
	Raideurs	Bain de vapeur des feuilles bouillies	
Maladies provoquant une cachexie		Thaïlande	

Classe pathologique	Indication	Mode d'utilisation	Zone géographique
<i>Divers</i>	Rhumes de cerveau, maux de tête	Feuille écrasée dans de l'huile de camphre appliquée sur le visage Feuille chaude appliquée	Marquises N. Guinée
	Augmenter la taille de l'abdomen des enfants	Cataplasme	Philippines
	Déficit en vitamine A, hypertension, perte d'appétit, diabète		

Tableau 9 : Utilisations traditionnelles des racines de *Morinda citrifolia*

RACINES			
Classe pathologique	Indication	Mode d'utilisation	Zone géographique
<i>Fatigue</i>	Fortifiant		Vietnam
<i>Fièvre</i>	Fébrifuge	Jus	Inde, N. Guinée
<i>Pathologies inflammatoires</i>	Antirhumatismal		Ile Maurice, Tangatapu, Vietnam, Philippines, Inde
	Inflammation, piqûre d'insectes	Infusion	Rotuma, Fidji
	Goutte		Inde
<i>Pathologies cutanées, plaies et blessures</i>	Furoncles	Liquide	Micronésie
	Problèmes de peau	Ecorce des racines par voie interne	Nouvelle Guinée
	Piqûre de poisson venimeux	Solution de racine râpée appliquée au sommet de la tête	Iles Cook, Micronésie
<i>Pathologies ORL</i>	Mal de gorge	Racine et fruit, râpé et mâché matin et soir	Fidji
<i>Pathologies de la sphère oro-digestive</i>	Diarrhée, dysenterie		Philippines
	Jaunisse		Samoa
	Laxatif	Décoction	Thaïlande
	Problèmes de foie		Afrique
<i>Pathologies infectieuses</i>	Malaria	Jus	Afrique, N. Guinée
	Variole		Micronésie
	Pian (tréponématose cutanée non vénérienne)	Racine râpée avec de la noix de coco et des cendres de bois	Fidji

Classe pathologique	Indication	Mode d'utilisation	Zone géographique
<i>Pathologies infectieuses</i>	Vermifuge		Vietnam, Philippines
<i>Pathologies gynécologiques</i>	Prévention des risques d'avortement		Afrique
	Post-accouchement		Rotuma
	Emménagogue	Décoction	Afrique, Brunei
<i>Divers</i>	Hypertension artérielle	Extrait	Vietnam, Philippines
	Maux de dents		Samoa
	Cachexie		Thaïlande
	Antalgique, dysurie		Ile Maurice, Tangatapu, Vietnam, Philippines, Inde
	Diurétique		Afrique
	Emétique	Décoction	Afrique
	Lumbagos		Vietnam, Chine, Philippines
	Purgatif		Inde, Afrique
	Cancer		Chine
	Œdèmes cancéreux	Solution externe de racines râpées	Iles Cook
	Cholécystite		Chine
	Augmenter le taux de leucocytes et stimuler le système endocrine		Chine
	Malnutrition	+ <i>Euodia hortensis</i> et <i>Geniostoma vitiense</i>	Fidji

Tableau 10 : Utilisations traditionnelles de l'écorce de *Morinda citrifolia*

ECORCE			
Classe pathologique	Indication	Mode d'utilisation	Zone géographique
<i>Diabète</i>	Diabète sucré	Voie orale avec <i>Calophyllum inophyllum</i> et de l'eau de noix de coco verte	Iles de la Société, Nouvelle Calédonie, Iles Cook
<i>Fatigue</i>	Tonique		Hawaii
<i>Fièvre</i>	Fébrifuge		Afrique
<i>Pathologies cutanées, plaies et blessures</i>	Abcès		Samoa
	Cicatrisant		Nouvelle Calédonie
	Coupures		Hawaii
	Antiseptique	Ecorce de racine	Australie
<i>Pathologies de la sphère oro-digestive</i>	Diarrhée infantile		Samoa
	Hémorroïdes		Afrique
	Infections buccales		Samoa
	Jaunisse	Décoction	Afrique
	Maux d'estomac	Infusion	Tonga, Futuna, Samoa
<i>Pathologies gynécologiques</i>	Aide au travail pendant l'accouchement		N. Guinée
	Abortif	Voie orale	Futuna
	Fortifiant et anti-hémorragique après accouchement, saignement pendant la grossesse		Tonga

Classe pathologique	Indication	Mode d'utilisation	Zone géographique
<i>Pathologies gynécologiques</i>	Stérilité		Tonga
<i>Pathologies infectieuses</i>	Anti-helminthique		Indonésie
	Dysenterie		Afrique
	Malaria		Philippines
	Tuberculose	Décoction du mélange écorce et feuilles	
<i>Divers</i>	Désordres urinaires		Fidji

Tableau 11 : Utilisations traditionnelles des fleurs de *Morinda citrifolia*

FLEURS			
Classe pathologique	Indication	Mode d'utilisation	Zone géographique
<i>Pathologies cutanées, plaies et blessures</i>	Ulcères	Jus chaud des fleurs	Fidji
<i>Pathologies ORL</i>	Toux		Samoa
<i>Divers</i>	Orgelets et conjonctivite		Samoa, Fidji
	Yeux endoloris	Jus des fleurs	Guam

Tableau 12 : Utilisations traditionnelles des graines de *Morinda citrifolia*

GRAINES			
Classe pathologique	Indication	Mode d'utilisation	Zone géographique
<i>Pathologies cutanées, plaies et blessures</i>	Coupures		Hawaii
<i>Pathologies infectieuses</i>	Vermifuge		Philippines
<i>Divers</i>	Purgatif		Philippines
	Laxatif		
	Anti-poux	Huile des graines	

Tableau 13 : Utilisations traditionnelles des tiges de *Morinda citrifolia*

TIGES			
Classe pathologique	Indication	Mode d'utilisation	Zone géographique
<i>Divers</i>	Testicules enflés et hernies	Liquide obtenu après pression	Fidji

Tableau 14 : Utilisations traditionnelles de *Morinda citrifolia* dans son entier

PLANTE ENTIERE			
Classe pathologique	Indication	Mode d'utilisation	Zone géographique
<i>Pathologies digestives</i>	Diarrhées infantiles		Tonga
	Laxatif		
<i>Divers</i>	Astringent, diurétique, émétique, purgatif		Afrique
	Soulager les os douloureux	Extrait ou décoction	Chine

(Ollier, 2006 ;McClatchey 2002 ; Morton, 1992 ; Pawlus, 2007 ; Nelson 2006 ; Barbara Fahs, 2003, Dixon, 1999, Siu, 2001)

On remarque que les utilisations traditionnelles du noni ne se limitaient pas au fruit comme c'est le cas aujourd'hui (les feuilles se commercialisent depuis peu et en quantité bien moindre) et qu'en plus le fruit était souvent utilisé vert. En effet les utilisations étaient aussi importantes pour les feuilles, le fruit et les racines. De même à la différence des usages contemporains, le noni était souvent utilisé en externe, et non seulement par voie orale. Les pathologies traitées à l'époque par le noni étaient extrêmement variées même si on note une prédominance des pathologies inflammatoires, infectieuses et digestives. On peut également noter quelques contradictions comme par exemple, le fruit qui était utilisé pour les hémorragies utérines au Vietnam alors qu'en Inde, en Indonésie et aux Philippines il était utilisé comme emménagogue (c'est-à-dire pour augmenter le flux sanguin dans le pelvis et provoquer les règles) ; ou encore la racine qui était utilisée contre la diarrhée aux Philippines et comme laxatif en Thaïlande ; ou l'écorce qui était utilisée contre la stérilité à Tonga et comme abortif à Futuna. Toutefois ces différences peuvent être dues aux modes de préparation ou aux modes d'administration, lesquels ne sont pas forcément précisés à chaque fois.

La diversité des usages de l'époque se reflète dans les usages contemporains, mais il est étonnant que seul le fruit ait réussi à devenir la « panacée tahitienne » et non la plante dans son entier ou même une autre partie.

II) Usages contemporains et conséquences économiques :

A) Le développement du marché du noni :

Avec l'arrivée des colons européens et donc au contact avec la civilisation moderne, les nouvelles générations de praticiens vivant dans les plus grosses îles comme Hawaï ont introduit des notions non traditionnelles dans leur savoir. En effet les colons ont apporté avec eux l'argent, le concept d'économie et de marché. Être praticien devient alors un métier permettant de faire vivre celui qui l'exerce, mais qui apporte aussi le stress et les pressions de la vie moderne. La popularité du noni en Polynésie a alors eu une porte ouverte sur le monde entier. (Ollier, 2006 ; Mc Clatchey, 2002)

L'intérêt porté à la production commerciale du noni peut être rapporté à une publication dans le « Pacific Tropical Botanical Garden Bulletin » du Dr Heinicke. Il est bon de savoir qu'actuellement le Dr Heinicke est un membre clé du conseil consultatif de la Société Internationale Tahitien Noni, qui est une des plus grosses sociétés de distribution de jus de noni depuis 1996.

Dans cette publication, le Dr Heinicke prétend que *Morinda citrifolia* est efficace grâce à un composé actif nommé xéronine, qui serait présent dans le noni sous forme d'un précurseur appelé proxéronine. (Mc Clatchey, 2002) Cette xéronine serait à la base de quasiment toutes les vertus du noni. De même, le Dr Neil Solomon a publié un livre qui vente les vertus du jus de noni et de la xéronine, et que l'on peut consulter facilement sur Internet (<http://www.bien-et-bio.com/UserFiles/Image/noni/noni.pdf>) et qui est disponible en lien sur beaucoup de sites revendeurs de jus de noni. Nous approfondirons et ferons le point sur la xéronine dans un paragraphe suivant.

Le noni semble être le remède miracle de tous les maux de la société moderne, d'où cet engouement du grand public.

Dès lors, le noni et en particulier le jus de noni a connu une forte progression dans le monde entier, sa diffusion étant facilitée par le développement d'Internet, que ce soit pour s'en procurer ou seulement pour lire des témoignages d'utilisateurs conquis et de guérisons miraculeuses... On peut se procurer du noni en France dans les boutiques diététiques, dans les supermarchés Biologique, dans les pharmacies et sur Internet. (Pawlus *et al.*, 2007)

Le noni est vendu sous forme de gélules, de poudre... mais on le trouve plus couramment sous forme de jus du fruit.

B) Le jus de noni :

Le jus de noni est donc la forme la plus courante commercialisée. Toutefois, la production n'est pas standardisée et chaque fabricant procède comme bon lui semble et en rajoutant éventuellement d'autres composants. (Ollier, 2006)

En effet, on trouve du jus fermenté ou non, obtenu du fruit pressé ou par extraction, avec d'autres jus et conservateurs ou tel quel, avec ou sans pasteurisation... Pour en améliorer la palatabilité, le jus de noni peut être mélangé avec d'autres jus tels que la framboise, la pomme, le raisin...et peu aussi être dilué avec de l'eau et additionné de sucre. (Nelson, 2003)

Le jus de noni est donc la moyen le plus populaire pour la consommation de noni, et notamment le jus fermenté, alors que celui-ci a un goût on ne peut plus déplaisant. Ceci est étonnant comme le fait remarquer Barbara Fahs car il existe des moyens plus agréables de préparer le noni comme par exemple les teintures. (Barbara Fahs 2003)

1) Jus de noni « traditionnel »

Il faut noter que cette méthode n'est traditionnelle que depuis les années 1700 car en effet, avant l'arrivée des colons européens, les Polynésiens ne connaissaient pas le verre ou toute autre sorte de containers. Le procédé de fermentation semble être inspiré des Chinois. (Mc Clatchey, 2002 ; Ollier 2006)

□ Les fruits de noni sont récoltés à la main, presque mûrs (figure 37). En effet ils sont blancs mais encore durs et ne sont donc pas abîmés lors des manipulations et du transport. Ils sont placés dans des bacs en attendant la complète maturité qui se fait subitement. Ils pourront être utilisés tout de suite après. Il convient de noter que l'exposition à la chaleur ou à la lumière ne change rien au processus de maturation de même que la réfrigération est inutile.



Figure 37 : Paniers de fruits de noni à la pesée (d'après Nelson)

❑ Les fruits sont lavés à l'eau avant que le processus de maturation ne soit achevé (parfois avec un automate spécialisé) et séchés à l'air libre (figure 38).



Figure 38 : Fruits de noni séchant à l'air (d'après Nelson)

❑ Puis ils sont placés dans des containers hermétiques pour y fermenter (Nelson, 2003). Les fruits sont parfois recouverts d'eau (Ollier, 2006). Ces containers peuvent être en plastique (figure 39) ou en verre (figure 40). Pour ce qui est de la température et de l'exposition à la lumière, on trouve un peu de tout dans les pratiques. La plupart du temps les containers sont placés dehors et au soleil, surtout si le container est en verre. Les fruits très mûrs contiennent beaucoup de jus, il est donc important de les utiliser à ce stade. Leur jus est légèrement coloré.



Figure 39 : Récipients de fermentation en plastique (d'après Nelson)



Figure 40 : Noni fermentant en jarre de verre au soleil (d'après kozadikki sur jus-de-noni.net)

Les fruits sont laissés dans le récipient de fermentation pendant deux mois minimum. Durant cette période, le jus va se séparer de la pulpe du fruit. Le jus se collecte dans le récipient et fermente au fur et à mesure qu'il suinte du fruit. Il a une couleur ambre qui fonce progressivement avec l'âge. Quand le processus est terminé, on retire le jus en évitant le contact prolongé avec l'air frais. Des robinets au bas des jarres sont donc utiles.

❑ Le jus de noni obtenu est alors décanté, filtré et mis en bouteille. Le liquide est alors brun foncé (figure 41), de pH=3,5 et avec une odeur et un goût caractéristiques. Son pH bas fait que la pasteurisation n'est pas toujours nécessaire. La plupart des producteurs mettent le jus de noni dans des bouteilles en verre. En effet le verre a une durée de vie plus longue que le

plastique et permet une meilleure qualité en ne laissant pas passer l'oxygène, contrairement au plastique.



Figure 41 : Jus de noni obtenu par la méthode traditionnelle (d'après Nelson)

□ Par cette méthode traditionnelle, il faut environ 10 kg de fruit pour obtenir 4 à 5 kg de jus. La purée de pulpe restante peut être déshydratée pour faire d'autres produits dérivés du noni.

(Nelson, 2003)

2) Jus de noni non fermenté

Cette méthode est préférée par certains producteurs car le jus obtenu est moins coloré et a un goût beaucoup plus doux, plus fruité. La méthode utilisée est la même que la précédente mais le jus qui suinte est retiré de la jarre un jour sûr deux pour qu'il n'ait pas le temps de fermenter. Au mieux, il est réfrigéré (voir congelé) immédiatement et jusqu'à sa consommation. (Nelson, 2003)

3) Jus de fruit de noni frais pressé

Ce jus a un goût très doux et fruité et très peu acide. Quand les fruits sont mûrs, ils sont pressés pour obtenir le jus. On peut obtenir jusqu'à 65% du poids en jus. Toutes sortes de méthodes sont employées pour presser le fruit : à la main à travers une étamine à fromage, à travers une passoire, avec une presse à fruit hydraulique,...

Le jus de fruit frais a une couleur ambrée beaucoup plus limpide que le jus fermenté. La fermentation est empêchée par réfrigération ou par pasteurisation. Ou bien on laisse la fermentation naturelle se faire une fois la mise en bouteille faite. (Nelson 2003)

4) Jus de noni reconstitué

La pulpe du fruit peut être hachée, déshydratée et mise en poudre pour ensuite être reconstituée en jus de noni par l'industrie des compléments diététiques. (Nelson 2003)

La société Tahitian Noni utilise aussi un procédé de reconstitution. Le procédé est d'ailleurs visible sur Internet en vidéo (<http://www.youtube.com/watch?v=pvCXLOX59YY>). Les fruits mûrs sont cultivés à Tahiti, récoltés et lavés à la main puis envoyés dans une usine à Tahiti. Une machine les transforme en purée et la chair est séparée mécaniquement des graines. La purée est ensuite pasteurisée et mise en containers qui sont envoyés par avion en Chine, au Japon, en Allemagne et aux Etats-Unis. La purée y est alors reconstituée et mélangée à des jus de raisins et de myrtille. Puis après pasteurisation, le jus est mis en bouteilles de verre teintées et est alors prêt à la commercialisation. (Ollier 2006)

C) Aspects économiques :

Le noni se vend de plus en plus comme nous l'avons vu précédemment. En effet, à l'heure où le public veut un environnement plus sain, des produits biologiques, des moyens plus naturels pour se soigner, le noni trouve sa place. Cet engouement pour le noni développe des marchés, et notamment sur Internet, ce qui a forcément des répercussions économiques, notamment en Polynésie. Nous allons prendre comme exemple la société « Tahitian Noni International », qui a développé son marché sur Internet et qui reste un des plus gros distributeurs de noni sous toutes ses formes.

1) La société « Tahitian Noni International » :

□ Historique de la société :

1993 : John Wadsworth (actuellement vice-président) lit les travaux du Dr Heinicke sur le noni et se rend à Tahiti pour confirmer auprès des habitants les vertus de la plante *Morinda citrifolia*. Il se rend compte du potentiel économique de cette plante.

1996 : John Wadsworth et Stephen Story fondent « Morinda Holdings, Inc. » et sa filiale « Tahitian Noni International, Inc. ».

1997 : Pour sa première année d'activité, les ventes de Tahitian Noni International Inc. (TNI) totalisent 33 millions de dollars.

1999 : L'entreprise atteint les 30 millions de dollars de vente en un mois et les ventes annuelles totales atteignent 300 millions de dollars. Le jus Tahitian Noni[®] est introduit au Japon, au Mexique et à Hong-Kong.

2000 : Avec l'explosion du marché, les fondateurs de TNI rencontrent les représentants du gouvernement de Polynésie française afin passer un accord selon lequel Tahiti sera la source exclusive de fruit de noni pour TNI. Ce qui est synonyme de créations d'emplois et d'investissement pour le pays.

2001 : Selon « Inc. Magazine », TNI occupe la 26^{ème} position dans la liste des entreprises privées américaines connaissant la plus forte croissance en 2001 avec une croissance de 6137,2%, un revenu de 392 millions de dollars et 1084 employés. TNI s'installe alors dans un nouveau siège social de 14000 m² à Provo dans l'Utah (figure 42).



Figure 42 : Le siège social à Provo (d'après Tahitian Noni International sur www.flickr.com)

2002 : Le bureau d'étude marketing indépendant Griffin Hill affirme que « Tahitian Noni International est l'une des entreprises privées américaines connaissant la plus forte croissance et que moins de dix entreprises privées au monde ont atteint la croissance que TNI a connu au cours de ses six premières années. »

2003 : Les ventes cumulées atteignent 2 milliards de dollars. Le premier « Tahitian Noni Café » voit le jour à Tokyo au Japon. De plus TNI se met aussi à vendre d'autres produits à base de noni dont Tahiti Trim Plan 40, un programme de gestion du poids réservé aux femmes de plus de 40 ans.

2004 : De nouveaux produits sont lancés en masse (cosmétiques, compléments alimentaires...) à base de feuilles, graines ou fruits de noni. TNI lance un programme révolutionnaire de formation pour ses distributeurs, dénommé « la voie de la réussite ». Cette initiative se traduit par une augmentation sensible des ventes et de la rétention des distributeurs. TNI crée Tahitian Noni Equine Essential, un complément alimentaire liquide pour les chevaux. De plus la société crée « Origins and Destiny » <http://www.youtube.com/watch?v=tbgjd-lxArU>, un film qui retrace l'histoire du noni et de TNI.

2005 : Après presque dix ans de business, TNI atteint en 2005 les 500 millions de dollars de bénéfices. Des Tahitian Noni Cafés sont ouverts à Provo (figure 43), Dallas et Atlanta aux Etats-Unis, à Sao Paulo au Brésil, à Nagoya et Fukuoka au Japon.



Figure 43 : Tahitian Noni Café à Provo (d'après Tahitian Noni International sur www.flickr.com)

Les produits Tahitian Noni font l'objet d'une large couverture médiatique et des athlètes et des célébrités deviennent conseillers et porte-parole de TNI.

Une nouvelle usine de traitement de pointe est ouverte à Tahiti (figure 44).



Figure 44 : Usine à Tahiti (d'après Tahitian Noni International sur www.flickr.com)

2006 : L'élan de TNI est maximal et 50 nouveaux produits sont lancés. De plus, la société a amorcé une restructuration en 2006 pour transférer l'appui des opérations internationales de Provo aux bureaux de terrain et aux marchés locaux. En conséquence, environ 130 personnes ont été licenciées au siège social de l'Utah. En juin 2006, un Tahitian Noni Café ouvre à Munich en Allemagne.

2007 : TNI lance « Hiro », une boisson en cannette s'appuyant sur les bienfaits du noni.

(<http://www.tahitiannoni.com/france/french/retail/company/entry.html>,

<http://www.answers.com/topic/morinda-holdings-inc>)

❑ Qui est à la tête de l'entreprise ?

La direction de TNI est composée de :

Kerry Asay : Il exerce les fonctions de président-directeur général de Morinda Holdings, Inc. Avant de rejoindre les rangs de TNI, il était président du conseil d'administration et directeur général d'une société multimillionnaire.

John Wadsworth : Il est actuellement vice-président de Morinda Holdings, Inc. Il fut le premier à voir le potentiel marketing du noni.

Kelly Olsen : Il est président de la société TNI. Il travaille dans le marketing de réseau depuis plus de 27 ans.

Kim Asay : Il est vice-président de Morinda Holdings, Inc. Avant de fonder Morinda, Kim Asay a occupé un poste de vice-président des ventes dans une autre entreprise multimillionnaire.

Stephen Story : Il est vice-président de Morinda Holdings, Inc. Il a développé plus de mille produits différents. Il est à l'origine de Stephen's Gourmet Cocoa et est le créateur de la formule, du concept et du lancement de la société.

(www.tahitiannoni.com)

TNI comporte aussi des conseils consultatifs d'experts et parmi les experts scientifiques, on retrouve des noms déjà cités comme Dr Johannes Westendorf, Dr Ralph Heinicke, Dr Anne Hirazumi, Dr Mian-Ying Wang...

❑ Les arguments de vente de TNI :

« Vu que chaque produit est un mélange de tradition ancestrale, de science, de technologies de production de pointe, de contrôle strict de la qualité,...chaque produit est sans égal. »

« Le respect que nous avons envers Tahiti et ses habitants ainsi que notre relation unique avec eux est essentiel pour développer notre activité à Tahiti. Chaque produit TAHITIAN NONI représente le désir du peuple tahitien de partager le noni avec le reste du monde. »

« Nos travaux de recherche ont permis de découvrir les secrets et les bienfaits des ingrédients bruts du noni. Chaque ingrédient est unique et exclusif à notre entreprise. Chaque ingrédient de base est très difficile à créer, ce qui garantit notre position dominante sur le marché du noni

et nous confère un avantage concurrentiel de taille. Vu que nous produisons nos propres ingrédients clés, nos produits ne sont pas à la merci de la mode des ingrédients. »

❑ Méthodes de vente :

Le site internet de Tahitian Noni propose à qui le veut de devenir distributeur des produits de TNI. « Les distributeurs TNI reçoivent une formation d'experts, des encouragements, de la reconnaissance et des opportunités commerciales spéciales via la Voie de la réussite, le nouveau programme de formation révolutionnaire de TNI. La Voie de la réussite est un programme de formation stratégique qui évolue par étape afin de mener un distributeur de son premier chèque jusqu'au sommet de sa carrière TNI. » (www.tahitiannoni.com) Le site fournit aussi les témoignages de distributeurs devenus riches avec Tahitian Noni et engageant à tenter l'expérience. Chaque distributeur possède son propre site Internet qui ramène ensuite au site « mère » de Tahitian Noni. Cette technique sert le marketing de la société car ces sites semblent différents mais vendent tous le même produit.

On peut conclure que Tahitian Noni reste un leader dans le domaine de la vente de produits dérivés du noni, mais les méthodes utilisées par cette entreprise ne servent pas sa crédibilité.

2) Modèle économique simple de rendement d'une exploitation de noni :

Dans de nombreux articles, on peut trouver des modèles de rendement d'une exploitation de noni. En voici donc un exemple avec les coûts essentiels et les bénéfices pour établir et exploiter une ferme hypothétique de 1 acre (soit 4046,9 m²) sur Big Island à Hawaïi. Il est à noter que les prix sont donnés à titre indicatif et tiennent compte de la valeur de l'Euro en 2003.

❑ Coûts de départ :

Partons du fait que le fermier est propriétaire de la terre. Cependant, même si la terre était louée par le fermier, cela n'aurait pas d'effets significatifs sur le revenu brut produit par l'exploitation.

Les trois dépenses principales pour établir une exploitation sont :

- Dégager le terrain (environ 3000 euros par acre de terrain brut)
- Produire ou acheter des jeunes plants de noni (environ 650 euros pour une acre)
- Préparation du terrain (enlever les mauvaises herbes et préparer les trous de plantation) et planter (environ 350 euros par acre)

L'ensemble des coûts de départ pour l'exploitation sont donc environ de 4000 euros par acre au minimum. En effet ces coûts peuvent être nettement augmentés si par exemple les trous sont difficiles à creuser ou bien si une irrigation supplémentaire est nécessaire ou encore s'il faut des coupe-vent. D'un autre côté les coûts peuvent être diminués si le terrain est déjà dégagé.

❑ Suppositions nécessaires :

Nous allons voir les suppositions supplémentaires qui vont nous permettre de guider les projections économiques de notre exploitation virtuelle.

- La projection économique est faite pour une exploitation de noni à sa 4ème ou 5ème année d'existence (c'est-à-dire, la 3ème ou 4ème année de production de fruit).
- Il n'y a aucune maladie significative ou de parasites.
- La fertilisation est mensuelle (au moins 0,45 kg par mois par pied d'engrais inorganique).
- Gestion adéquate des mauvaises herbes.
- Le nombre de pieds de noni par acre est d'environ 290 (c'est-à-dire avec un espacement de 3,66 m. x 3,66 m)
- Aucune irrigation supplémentaire n'est nécessaire (les précipitations naturelles sont suffisantes pour assurer une bonne production de fruit).
- Rendement par acre par an : environ 32000 kg de fruit noni mûr.

❑ Coûts essentiels :

-Engrais : par exemple 5,5 kg par plant et par an (on peut utiliser l'engrais 16-16-16). Donc pour 290 plants, on utilise environ 1600 kg d'engrais. Pour un prix de 2,95 euros par kilogramme d'engrais, le coût total d'engrais sera environ de 4700 euros.

-Main d'œuvre pour la récolte : La récolte nécessite 12,5 heures par semaine, soit 650 heures par an. La rémunération étant environ de 7.4 euros de l'heure, le coût annuel est de 4800 euros.

-Contrôle des mauvaises herbes : 750 euros par an de main d'œuvre.

-Matériel et fournitures : 370 euros par an.

Les coûts essentiels totaux sont donc d'environ 10500 euros pour l'année.

❑ Revenu brut projeté :

Nous allons voir le revenu brut de l'exploitation en tenant compte de trois possibilités à savoir la vente du fruit, la vente de jus en gros et la vente de jus au détail.

- Vente du fruit : on récolte 32000 kg de fruits par an à 0.5 euro le kg : 16000 euros. Le bénéfice est donc approximativement de 4200 euros.

- Vente de jus en gros : Si on extrait environ 50% de jus de nos 32000 kg de fruit on va obtenir 16000 kg de jus. Le jus pèse environ 4,1 kg pour 1 gallon (soit 3.79 litres). Donc pour une acre on va tirer 14400 litres de jus de noni par an. Le jus se vend à 3.90 euros le litre. On va donc obtenir 56200 euros pour une acre.

- Pour la vente du jus au détail: Les prix variant fortement, on peut évaluer le prix d'une bouteille de 473 ml à 9 euros. Pour une 14400 litres de jus on va donc tirer environ 274000 euros.

(Nelson, 2003)

❑ Réserves émises sur cette projection :

On notera que les bénéfices pour les jus n'ont pas été calculés étant donné que la fabrication du jus et l'éventuelle mise en bouteille engendrent des coûts supplémentaires de main d'œuvre et de matériel.

De plus, on notera que la plupart des fermiers n'atteignent pas ces rendements à cause des parasites et des maladies ou même à cause de mauvaises pratiques de culture. En moyenne, on pourrait s'attendre à ce que le fermier moyen réalise des rendements significativement inférieurs à 23000 kilogrammes de fruit par acre par an au lieu des 32000 de notre exploitation virtuelle. (Nelson, 2003)

3) Répercussions économiques à l'échelle de la Polynésie :

a) Les principaux produits exportés en 2007 et place des produits à base de noni :

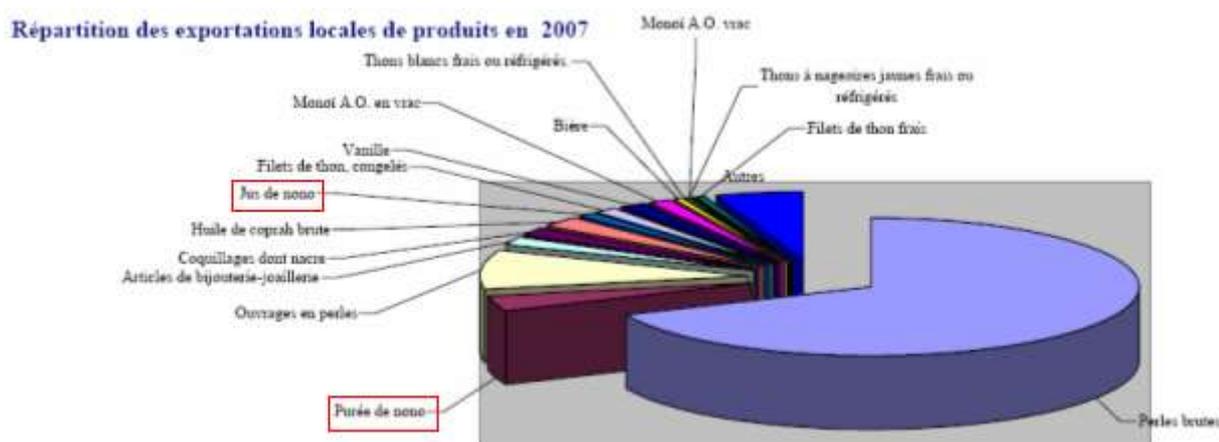


Figure 45 : Répartition des exportations locales en 2007 (source ISPF/SCE)

L'exportation de la purée de noni représente 6,06% des exportations locales en 2007 soit 2.037 tonnes. Le jus de noni représente 1,28% des exportations locales en 2007 soit 541 tonnes (figures 45 et 46).

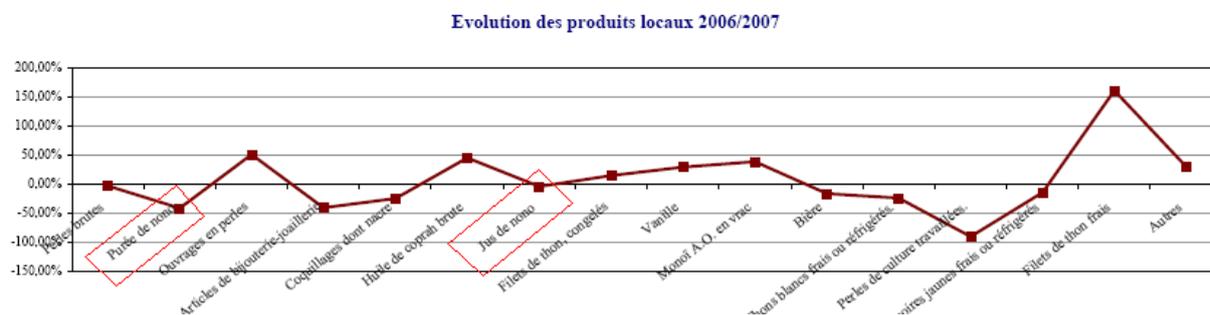


Figure 46 : Evolutions des produits locaux 2006/2007 (source ISPF/SCE)

On observe que de 2006 à 2007, les ventes de purée de noni ont chuté de 41,80% et que les ventes de jus de noni ont chuté de 4,56%.

b) Exportations de purée de noni depuis 1998 :

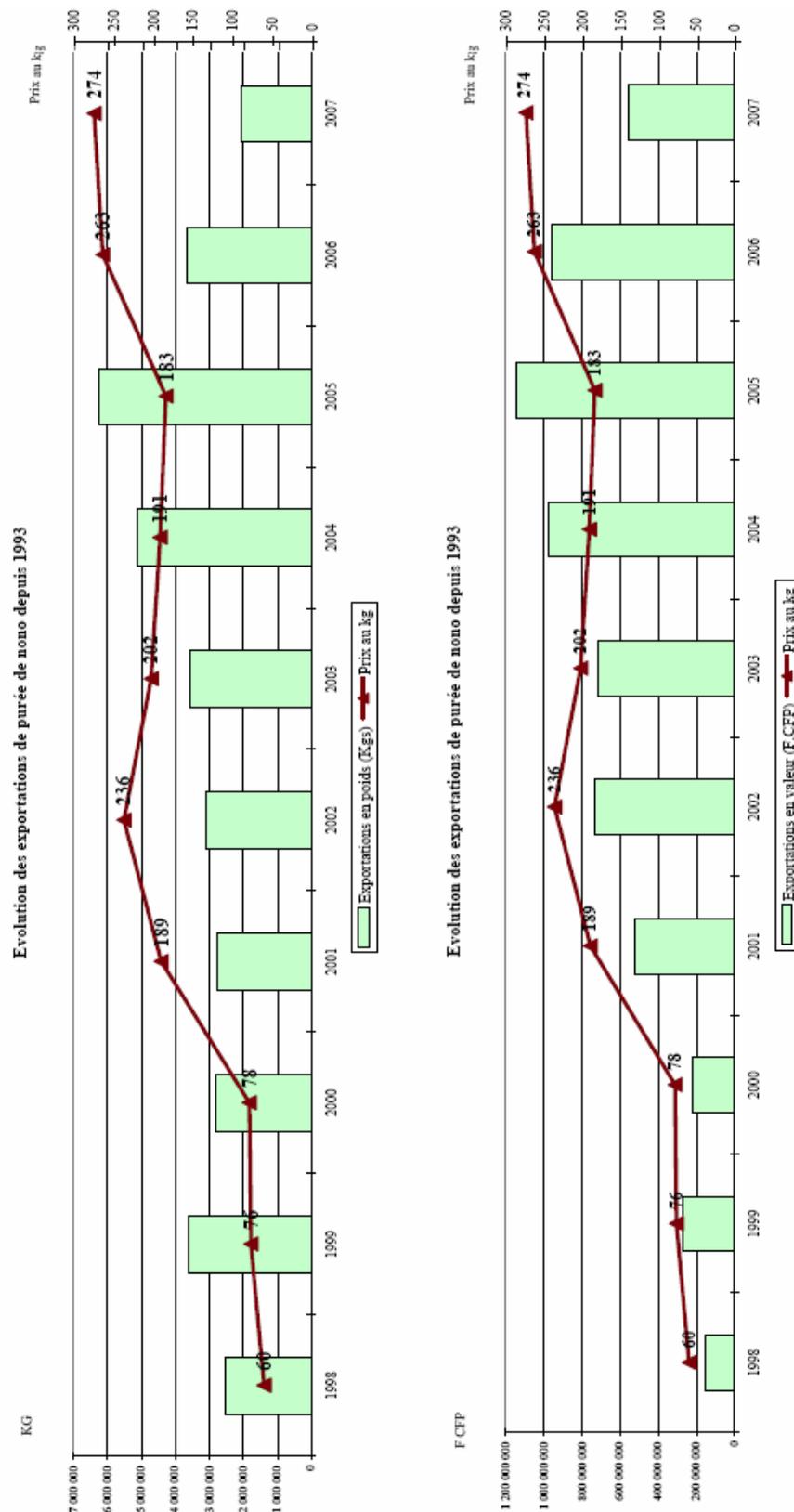


Figure 47 : Evolutions des exportations de purée de noni (poids et F.CFP) (source ISPF/SCE)

On constate l'explosion des ventes en 2005 avec depuis cette année là une augmentation du prix au kilo (figure 47).

i) Exportations de jus de noni depuis 1998 :

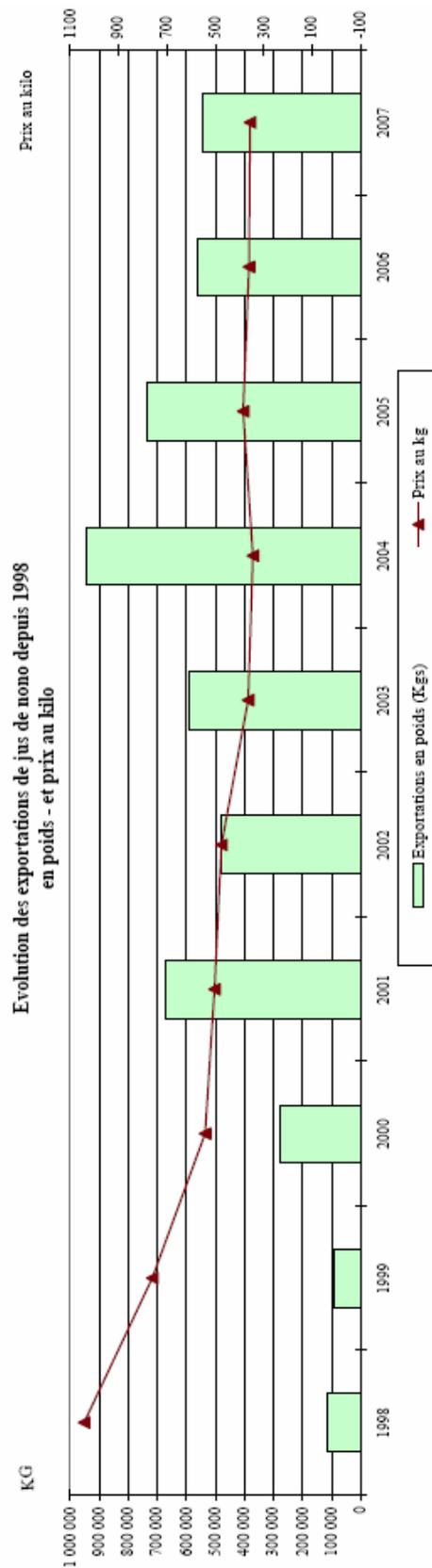


Figure 48 : Evolution des exportations de jus de noni (en poids) (source ISPF/SCE)

On constate un pic des ventes en 2005 avec un prix au kilo assez stable.

j) Exportations globales de noni:

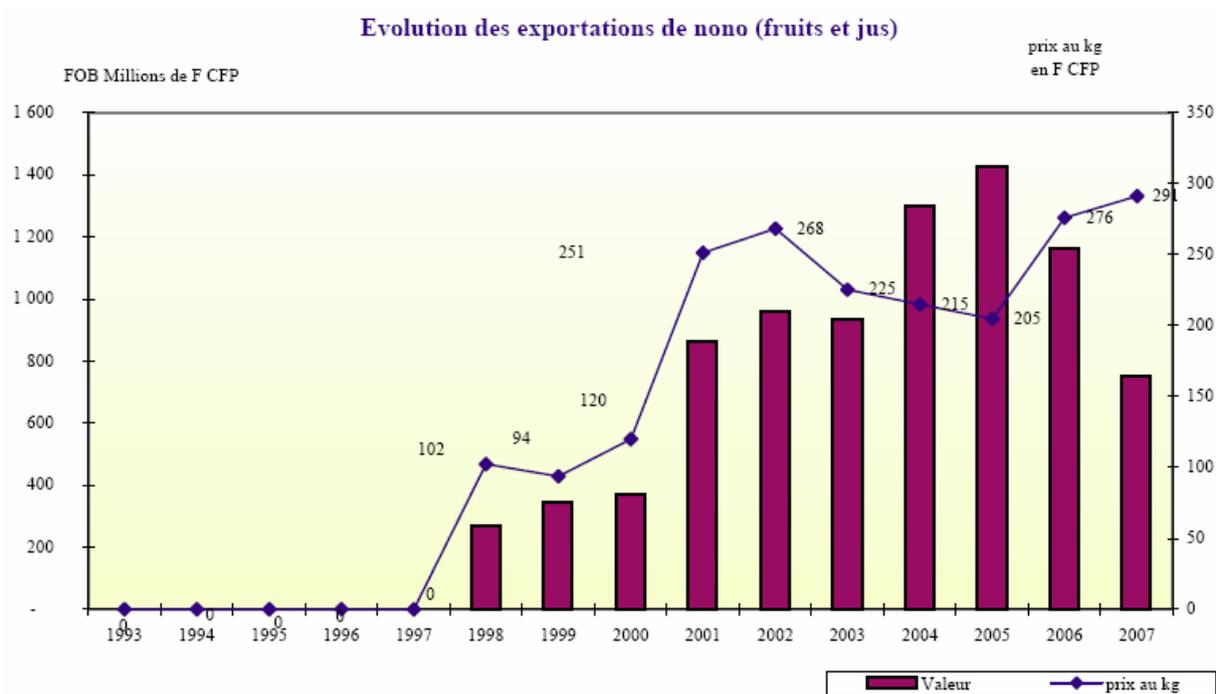


Figure 49 : Evolution globale des exportations de noni (en F.CFP) (source ISPPF/SCE)

Selon l'IEOM (Institut d'Emission d'Outre-mer), le succès du noni s'est traduit en Polynésie française par une forte augmentation des exportations de noni (purée et jus) entre 1998 (2 651 tonnes) et 2005 (6 955 tonnes) (figure 49) et l'entrée de nouvelles entreprises sur ce créneau (Royal Tahiti Noni, O'Tahiti Nono, Vainoni...) à côté de TNI. Mais il a attiré de nouveaux pays producteurs (Pacifique, Mexique, Costa Rica...) où le kilo de noni se négocie beaucoup moins cher qu'en Polynésie française.

Si l'étroitesse du marché de consommation intérieur incite les entreprises agroalimentaires à tenter d'exporter, le niveau élevé de leurs charges d'exploitation et le coût des matières premières locales est un handicap. Ainsi, pour le noni, les effets de la concurrence internationale se sont déjà fait sentir. (IEOM, 2007)

En 2007, les exportations de la Polynésie française se sont tassées de 9,9 % en volume en glissement annuel, 20.404 tonnes contre 22.637 en 2006, à cause de l'effondrement des ventes de noni.

Toujours selon l'IEOM, le désengagement du principal acheteur de la récolte de noni polynésien, la société Morinda Inc., a causé un recul significatif des exportations depuis deux ans, -38,7 % en 2007, après -39,5 % en 2006 (2.578 tonnes en 2007 contre 4.208 en 2006 et 6.955 en 2005), que ne peuvent combler les quelques producteurs locaux de purée et de jus.

L'engouement pour le noni doit beaucoup à la promotion menée aux Etats-Unis, en Europe et au Japon par la société américaine, Tahitian Noni International.

En collaboration avec les agriculteurs concernés, TNI organise le ramassage de la récolte jusqu'à son usine de transformation de Papara (Tahiti). La principale région productrice est l'archipel des Marquises (49 % du total en 2006, soit 3.120 tonnes), suivi des îles de la Société (40 %).

Ainsi, grâce à TNI, la production locale a connu un essor rapide ; les exportations ont démarré en 1998 avec 2.651 tonnes pour culminer à 6.955 en 2005. Mais, depuis quelques années, TNI a trouvé des sources d'approvisionnement beaucoup moins onéreuses (Mexique, Costa Rica...) et il se pourrait que TNI ne se maintienne en Polynésie française que de façon marginale, afin de conserver le droit à l'appellation « Tahitian noni ».

En janvier 2008, les exportations de noni se sont établies à 17 tonnes contre 124 en janvier 2007, soit -86 %. Il n'y a eu aucune vente de purée et celles de jus ont été divisées par deux.

(IEOM, 2008)

PARTIE III : LES VERTUS DU NONI FACE
AUX RÉALITÉS SCIENTIFIQUES

I) Les propriétés revendiquées :

Les propriétés attribuées au jus de noni sont diverses et variées et concernent aussi des pathologies lourdes ou porteuses car dites de société et qui de ce fait concernent un large public et attirent de nombreux adeptes. On trouve d'ailleurs aisément sur Internet de nombreux sites vantant les qualités du noni. (Ollier 2006)

Selon une étude du docteur Neil Solomon (ancien ministre de la santé du Maryland) a réalisé une étude en collaboration avec 50 médecins et autres professionnels de santé sur 10000 patients qui ont pris du jus de noni. 78% des participants auraient été aidés dans leurs problèmes par la prise du jus de noni.

Le noni travaillerait donc en synergie avec les autres compléments alimentaires et/ou médicaments, il aiderait à la prévention de l'apparition de maladies, optimiserait l'interaction avec les autres antioxydants et aiderait les animaux à guérir plus rapidement. (Solomon)

La plupart de ses vertus seraient dues à la présence de xéronine et le Dr Heinicke souligne que le noni serait moins efficace s'il est pris en même temps que du café, de l'alcool ou du tabac et il pourrait même en résulter des effets secondaires inattendus. De plus, le Dr Heinicke serait d'avis qu'il vaut mieux choisir le fruit vert pour ses composants mais aussi pour sa meilleure palatabilité. (Heinicke 1985)

Ainsi, parmi les nombreuses propriétés du noni, celui-ci :

- réduirait l'hypertension,
- améliorerait les diabètes de type I et II,
- protègerait des maladies cardio-vasculaires,
- diminuerait les symptômes des maladies coronariennes,
- agirait avec la mélatonine et la sérotonine pour régulariser le sommeil, la température et les cycles d'humeur, et donc donnerait une sensation de bien-être, diminuerait les symptômes de la dépression, aiderait à un sommeil de meilleure qualité, aiderait à une meilleure gestion du stress,
- augmenterait l'énergie corporelle avec une acuité mentale et une vivacité améliorées,
- serait anti-vieillessement,

- améliorerait les problèmes de peau et de cheveux (cellulite, furoncles, brûlures plaies, pellicules...)
- permettrait une perte d'excès de poids, chez les gens en surpoids et les obèses,
- stimulerait la sexualité,
- augmenterait la musculature,
- aiderait l'arrêt du tabac, ou d'une autre addiction.
- soulagerait les douleurs de toutes origines (migraine, cancer, crampes menstruelles...),
- serait anti-inflammatoire et antihistaminique, et améliorerait donc les pathologies comme l'asthme, les allergies, l'arthrite,
- améliorerait la respiration, et lutterait contre les affections respiratoires (bronchites, toux, maux de gorge, tuberculose...)
- aurait des propriétés anti-infectieuses sur tout l'organisme (herpès, mycoses, hépatites...),
- lutterait contre l'immunodéficience et les maladies qui l'accompagnent (VIH, candidose chronique)
- stimulerait la digestion, atténuerait les ulcères et le reflux œsophagien, lutterait contre les intoxications alimentaires et les vers,
- améliorerait le fonctionnement des reins,
- serait anticancéreux,
- améliorerait les maladies auto-immunes comme l'arthrite rhumatoïde, le psoriasis, la maladie de Crohn, le lupus érythémateux...

(Solomon, Nelson 2006)

Mais l'intérêt du noni ne se limiterait pas seulement aux êtres humains et Wadsworth et Story (tous deux vice-présidents de la société Tahitian Noni International) ont déposé un brevet en 2002 sur l'utilisation de *Morinda citrifolia* comme fibre alimentaire dans la nourriture pour animaux. L'ajout de noni améliorerait la composition de la nourriture et permettrait aux animaux de compagnie (notamment chiens et chats) d'être en meilleure santé. (Wadsworth *et al.*, 2002)

II) L'état actuel de la connaissance scientifique :

A) Composition chimique :

L'ensemble des investigations phyto-chimiques sur *Morinda citrifolia* ont abouti à l'isolation de plus de 200 composés qui sont répertoriés dans le tableau suivant :

Tableau 15 : Liste des composés retrouvés dans les différentes parties du noni et leur poids moléculaire

Acides		
COMPOSES	POIDS MOLECULAIRE (g/mol)	PARTIE
Acide acétique	60,05	Fruits
Acide ascorbique	176,12	Fruits
Acide benzoïque	122,12	Fruits
Acide butanoïque	88,1	Fruits
Acide decanoïque	172,26	Fruits
Acide (Z-Z-Z)-8,11,14- eicosatrienoïque	306,48	Fruits
Acide elaidique	282,46	Fruits
Acide heptanoïque	130,18	Fruits
Acide hexanedioïque	146,14	Fruits
Acide hexanoïque	116,15	Fruits
Acide 13-hydroxy-9,11,15- octadecatrienoïque	294,43	Feuilles
Acide laurique	200,32	Fruits
Acide linoléique	280,44	Fruits
Acide 2-méthylbutanoïque	102,13	Fruits
Acide 2-méthylpropanoïque	88,11	Fruits
Acide 3-méthylthiopropanoïque	120,17	Fruits
Acide myristique	228,37	Fruits

COMPOSES	POIDS MOLECULAIRE (g/mol)	PARTIE
Acide nonanoïque	158,23	Fruits
Acide oléique	282,46	Fruits
Acide octanoïque	144,21	Fruits
Acide palmitique	256,42	Fruits
Acide ricinoléique	298,46	Graines
Acide undécanoïque	186,29	Fruits
Alcools et Phénols		
Benzyl alcohol	108,14	Fruits
1-butanol	74,12	Fruits
Eugenol	164,2	Fruits
1-hexanol	102,17	Fruits
3-méthyl-2-buten-1-ol	86,13	Fruits
3-méthyl-3-buten-1-ol	86,13	Fruits
(Z-Z)-2,5-undécadien-1-ol	168,28	Fruits
Anthraquinones		
Alizarin 1- <i>O</i> -méthyl ether	254,24	Culture cellulaire, Cœur du bois
Anthragallol 1,2-di- <i>O</i> -méthyl ether	284,26	Racines
Anthragallol 1,3-di- <i>O</i> -méthyl ether	284,26	Racines
Anthragallol 2,3-di- <i>O</i> -méthyl ether	284,26	Cœur du bois
Anthragallol 2- <i>O</i> -méthyl ether	270,24	Fruits
Austrocortinine	284,26	Fruits
Damnacanthal	282,25	Cœur du bois, racines
Damnacanthol	284,26	Racines
5,6-dihydroxylucidine		Culture cellulaire
5,15-diméthylmorindol	314,08	Fruits, feuilles
2-éthoxyméthyl-3-méthoxy-1,5,6-trihydroxyanthraquinone		Culture cellulaire

COMPOSES	POIDS MOLECULAIRE (g/mol)	PARTIE
2-formylanthraquinone		Racines
6-hydroxyanthragallol-1,3-di- <i>O</i> -methyl ether	300,26	Fruits
2-hydroxyanthraquinone	224,21	Tiges
1-hydroxy-2-methylanthraquinone	238,24	Racines
2-hydroxy-1-methoxy-7-methylanthraquinone		Racines
3-hydroxymorindone		Culture cellulaire
Ibericine	298,29	Culture cellulaire, racines
Lucidine	270,24	Culture cellulaire
Lucidine ω -methyl ether	284,26	Culture cellulaire
2-methoxyanthraquinone	238,24	Tiges
1-methoxy-3-hydroxyanthraquinone		Racines
2-methoxy-1,3,6-trihydroxyanthraquinone		Fruits
6-methyl-anthrapurpurine		Culture cellulaire
Morenone-1	298,29	Racines
Morenone-2	284,26	Racines
Morindicinone	298,29	Tiges
Morindicinone	328,32	Tiges
Morindone	270,24	Cœur du bois, racines, culture cellulaire
Morindone-5- <i>O</i> -methyl ether	284,26	Fruits
Nordamnacanthal	268,22	Culture cellulaire, racines
Physson	284,26	Cœur du bois
Rubiadin	254,24	Culture cellulaire
Rubiadin-1- <i>O</i> -methyl ether	268,26	Racines et cœur du bois
Soranjidiol	254,24	Racines
Tectoquinone	222,24	Racines
1,5,15-trimethylmorindol		Feuilles

COMPOSES	POIDS MOLECULAIRE (g/mol)	PARTIE
2-hydroxy-1-methoxyanthraquinone		
1,6-dihydroxy-5-methoxy-2-methylanthraquinone		
1,3-dihydroxy-2-methoxyanthraquinone		
1,8-dihydroxy-2-hydroxymethyl-5-methoxyanthraquinone		
Anthraquinones glycosides		
5,6-dihydroxylucidin-3- β -primeveroside		Culture cellulaire
6,8-dimethoxy-3-methylanthraquinone- α -L-O- β -rhamnosylglucopyranoside		Fleurs
3-hydroxymorindone-6- β -primeveroside		Culture cellulaire
Lucidin-3- β -primeveroside	564,49	Culture cellulaire
2-methyl-3,5,6-trihydroxyanthraquinone-6- β -primeveroside		Culture cellulaire
Morindine	578,52	Culture cellulaire
Phycion-8-O-[\{\alpha-L-arabinopyranosyl(1 \rightarrow 3)\}- β -D-galactopyranoside]		Cœur du bois
Phycion-8-O-[\{\alpha-L-arabinopyranosyl(1 \rightarrow 3)\}- β -D-galactopyranosyl]-(1 \rightarrow 6)]- β -D-galactopyranoside		Cœur du bois
Caroténoïdes		
B-carotène	536,87	Feuilles

Dérivés de la chlorophylle		
COMPOSES	POIDS MOLECULAIRE (g/mol)	PARTIE
13 ² (<i>R</i>)-hydroxypheophorbide a methyl ester		Feuilles
13 ² (<i>S</i>)-hydroxypheophorbide a methyl ester		Feuilles
15 ¹ (<i>R</i>)-hydropurpurin-7-lactone dimethyl ester		Feuilles
15 ¹ (<i>S</i>)-hydropurpurin-7-lactone dimethyl ester		Feuilles
Methyl pheophorbide a	606,71	Feuilles
Methyl pheophorbide b	620,69	Feuilles
Pheophorbide a	592,68	Feuilles
13- <i>epi</i> -phaeophorbide a methyl ester		Feuilles
Esters		
1- <i>n</i> -butyl-4-(5'-formyl-2'-furanyl)methyl succinate		Fruits
1- <i>n</i> -butyl-4-methyl-2-hydroxysuccinate		Fruits
1- <i>n</i> -butyl-4-methyl-3-hydroxysuccinate		Fruits
Ethyl caproate	144,21	Fruits
Ethyl caprylate	172,26	Fruits
Ethyl decanoate	200,32	Fruits
Ethyl hexanoate	144,21	Fruits
Ethyl octanoate	172,26	Fruits
Ethyl palmitate	284,48	Fruits
Methyl decanoate	186,29	Fruits
Methyl elaidate	296,49	Fruits
Methyl hexanoate	130,18	Fruits
Methyl 3-methylthio-propanoate	134,04	Fruits

COMPOSES	POIDS MOLECULAIRE (g/mol)	PARTIE
Methyl octanoate	158,24	Fruits
Methyl oleate	296,49	Fruits
Methyl palmitate	270,45	Fruits
Flavonoïdes		
Acacetin 7- <i>O</i> - β -D-glucopyranoside		Fleurs
5,7-dimethyl apigenin 4'- <i>O</i> - β -D-galactopyranoside		Fleurs
5,8-dimethyl apigenin 4'- <i>O</i> - β -D-galactopyranoside		
Kaempferol	286,24	Fruits
Kaempferol 3- <i>O</i> - β -D-glucopyranosyl-(1 \rightarrow 2)-[α -L-rhamnopyranosyl-(1 \rightarrow 6)]- β -D-galactopyranoside		Feuilles
Kaempferol 3- <i>O</i> - α -L-rhamnopyranosyl-(1 \rightarrow 6)- β -D-galactopyranoside	594,62	
Narcissoside	624,54	Fruits
Nicotifloroside	594,52	Fruits, feuilles
Quercetin	302,24	Fruits
Quercetin 3- <i>O</i> - β -D-glucopyranoside		Feuilles
Quercetin 3- <i>O</i> - β -D-glucopyranosyl-(1 \rightarrow 2)-[α -L-rhamnopyranosyl-(1 \rightarrow 6)]- β -D-galactopyranoside		Feuilles
Quercetin 3- <i>O</i> - α -L-rhamnopyranosyl-(1 \rightarrow 6)- β -D-galactopyranoside		
Rutine	610,52	Fruits, feuilles

COMPOSES	POIDS MOLECULAIRE (g/mol)	PARTIE
Quercetin 3-O- α -L-rhamnopyranosyl-(1-6)- β -D-glucopyranoside		Fruits, feuilles
Iridoïdes		
Asperuloside	414,36	Fruits, feuilles
Acide asperulosidique	432,38	Fruits, feuilles
Acide asperulosidique methyl ester	446,4	Fruits
Asperuloside tetra acetate	582,51	
Borreriagenine (précédemment morindacine)	214,22	Fruits
4- <i>epi</i> -borreriagenine		Fruits
Citrifolinine A-1	576,5	Feuilles
Citrifolinine Ba	418,35	Feuilles
Citrifolinine Bb	418,35	Feuilles
Citrifolinoside A	592,5	Feuilles
Citrifoside	374,34	Feuilles
Deacetylasperuloside	372,32	Fruits, feuilles
Acide deacetylasperulosidique	390,34	Fruits
Acide deacetylasperulosidique methyl ester	404,37	Fruits
Dehydroepoxymethoxygaertnoside (précédemment yopaaoside A, citrifolinine A et citrifolinoside)	592,5	Feuilles
Dehydromethoxygaertnoside		Fruits
6 β ,7 β -epoxy-8- <i>epi</i> -splendoside		Fruits
6 α -hydroxyadoxoside		Fruits
Acide 1,3a,4,7a-tetrahydro-6-(hydroxymethyl)-3H-furol[3,4- <i>c</i>]pyran-4-carboxylique		Fruits
<i>epi</i> -dihydrocornine		

Cétones		
COMPOSES	POIDS MOLECULAIRE (g/mol)	PARTIE
2-heptanone	114,19	Fruits
3-hydroxy-2-butanone	88,11	Fruits
Lactones		
(E)-6-dodeceno- γ -lactone	196,29	Fruits
(Z)-6-dodeceno- γ -lactone	196,29	Fruits
Lignanes		
Americanine A	328,32	Fruits
Americanol A	330,33	Fruits
Acide americanoique	344,32	Fruits
Balanophonine	356,37	Fruits
3,3'-bisdemethylpinoresinol		Fruits
3,3'-bisdemethyltanegool		Fruits
Isoprincepine	494,49	Fruits
Morindoline	344,32	Fruits
(-)-pinoresinol	358,38	Fruits
(+)-3,4,3',4'-tetrahydroxy-9,7' α -epoxy lignano-7 α ,9'-lactone		Fruits
Nucléosides		
Cytidine	243,22	Fruits
Glucides		
Nonioside A	410,41	Fruits
Nonioside B	630,63	Fruits
Nonioside C	468,49	Fruits
Nonioside D	440,44	Fruits
Nonioside E	602,58	Fruits
Nonioside F	658,59	Fruits
Nonioside G	756,83	Fruits
Nonioside H	504,17	Fruits
α - and β -glucose	180,16	Fruits
Methyl α -D-fructofuranoside	194,18	Fruits

COMPOSES	POIDS MOLECULAIRE (g/mol)	PARTIE
Methyl β -D-fructofuranoside	194,18	Fruits
1- <i>O</i> -(3'methylbut-3'-enyl)- β -D-glucopyranose		Fruits
Mannitol	182,17	Fruits
Triterpénoïdes et stérols		
Acide 3- <i>O</i> -acetylpomolique	514,74	Feuilles
Acide barbinervique	488,7	Feuilles
Campesta-5,7,22-trien-3 β -ol		Feuilles
Campestrol	400,68	Culture cellulaire
Campesteryl linoleate		Culture cellulaire
Campesteryl palmitate	639,09	Culture cellulaire
Acide clethrique	504,7	Feuilles
Cycloartenol	426,72	Culture cellulaire, feuilles
Cycloartenyl linoleate	689,15	Culture cellulaire
Cycloartenyl palmitate	665,13	Culture cellulaire
Acide 3,19-dihydroxyursolique		Fruits
Hederagenine	472,7	Feuilles
Isofucosterol	412,69	Culture cellulaire
Isofucosteryl linoleate	675,12	Culture cellulaire
Acide 19 α -methylursolique		Fruits
24-methylenecholesterol	398,66	Culture cellulaire
24-methylenecycloartanol	440,74	Culture cellulaire
24-methylenecycloartanyl linoleate	703,17	Culture cellulaire
Acide oleanolique	456,7	Feuilles
Acide rotungenique	488,7	Feuilles
β -sitosterol	414,7	Feuilles, culture cellulaire
β -sitosterol 3- <i>O</i> - β -D- glucopyranoside		Fruits
Sitosteryl linoleate	677,14	Culture cellulaire
Sitosteryl palmitate	653,12	Culture cellulaire

COMPOSES	POIDS MOLECULAIRE (g/mol)	PARTIE
Stigmasta-4-en-3-one	412,35	Feuilles
Stigmasta-4-22-dien-3-one	410,35	Feuilles
Stigmasterol	412,69	Culture cellulaire, feuilles
Stygmasteryl linoleate		Culture cellulaire
Acide ursolique	456,7	Feuilles
Acide 19-hydroxyursolique		
Composés divers		
(Ethylthiomethyl)benzene	152,26	Fruits
Hexanamide	115,17	Fruits
β -hydroxypropiovanillone	196,2	Fruits
4-hydroxy-3-methoxycinnamaldehyde	178,18	Fruits
Isoscopolétine	192,17	Fruits
Limonène	136,23	Fruits
1-palmitine	330,5	Fruits
Peucedanocoumarine III	386,39	Feuilles
Phytol	296,53	Feuilles
Potassium	39,1	Fruits
Pteryxin	386,4	Feuilles
Roseoside II	386,44	Feuilles
Scopolétine	192,17	Fruits
Vanilline	152,15	Fruits
Vomifoliol	224,3	Fruits
Morindanidrine		Ecorce de racines
Morindadiol		Ecorce de racines
Morinaphtalène		Fruits
1,3-dimethoxy anthraquinone		Fruits
1,2-hydroxy anthraquinone		Fruits
3-méthyl-1,3-butanediol		
Acide aspartique	133,1	
Cysteine	121,16	

COMPOSES	POIDS MOLECULAIRE (g/mol)	PARTIE
Cystine	240,3	
Acide glutamique	147,13	
Glycine	75,07	
Histidine	155,15	
Isoleucine	131,17	
Leucine	131,17	
Phenylalanine	165,19	
Methionine	149,21	
Proline	115,13	
Alanine	89,09	
Aucubin	346,33	
2-méthyl-4-hydroxy-5,7-diméthoxyanthraquinone-4- <i>O</i> - β -D-glucanopyranosyl-(1 \rightarrow 4)- α -L-rhamnopyranoside		
Aracetin-7- <i>O</i> - β -D-glucanopyranoside		
β -D-glucanopyranose pentaacetate		
2,6-di- <i>O</i> -(β -D-glucanopyranosyl-1- <i>O</i> -octanoyl- β -D-glucopyranose)		
6- <i>O</i> -(β -D-glucanopyranosyl-1- <i>O</i> -octanoyl- β -D-glucopyranose)		
Benzaldehyde	106,12	Feuilles
5-méthylfurfural	110,11	Feuilles
Benzèneacétaldehyde	120,15	Feuilles
1,2-Dihydro-1,1,6-triméthyl-naphthalène		Feuilles
α et β ionone	192,30	Feuilles
Geranyl acetone	194,31	Feuilles

6,10,14-Trimethyl-2-pentadecanone		Feuilles
2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene		Feuilles
COMPOSES	POIDS MOLECULAIRE (g/mol)	PARTIE
Serine		Feuilles
Thréonine	119,12	Feuilles
Tryptophane	204,23	Feuilles
Tyrosine	181,19	Feuilles
Acide rubichlorique		Racines
Chlororubine		Ecorce

Nota Bene : Les cases laissées sont laissées vides quand l'information n'a pas été trouvée.

(Potterat *et al.* 2007, Pawlus *et al.* 2007, Pawlus *et al.* 2005, Bao-Ning Su *et al.* 2005, West *et al.* 2008, Chan-Blanco *et al.* 2006)

Des investigations phytochimiques ont permis d'isoler plus de 250 composés dans le noni. On y trouve principalement des anthraquinones et des anthraquinones glycosides, des acides gras et leurs dérivés, des iridoïdes, des lignanes...

On note que beaucoup des composés cités ont été isolés dans le fruit, mais peut être a-t-il été plus exploré que les autres parties de la plante en raison de sa grande popularité. Parmi les composés, on constate la présence de molécules très spécifiques telles que les noniosides ou la morindone, et d'autres au contraire très banales comme les acides aminés, le β -carotène... De plus il est bon de remarquer que les anthraquinones, classe de molécules soupçonnée lors des cas suspects de toxicité du jus de noni, sont peu présentes dans le fruit mais pas absentes.

Les structures de certains composés sont disponibles en Annexes 1 et 2.

Mais au-delà de la composition chimique, il y a aussi la composition nutritionnelle. Comme ici celle du jus de noni non fermenté :

10% de matière sèche consistant en :

Glucose et fructose (3 – 4% de chaque),

Protéines (0,2 – 0,5%),

Lipides (0,1 – 0,2%),

Potassium (30 – 150 ppm), ce qui est relativement élevé, puis vient le calcium, le sodium et le magnésium, la vitamine C varie de 30 à 155mg/kg. (Potterat *et al.* 2007)

B) Le point sur la xéronine :

Dans les années 1950, la société Dole (www.dole.com), une société de production de conserves et de jus d'ananas, a décidé de produire de la bromélaïne pour l'industrie pharmaceutique, à partir de leurs ananas qui étaient alors cultivés à Hawaï. De 1950 à 1986, ce programme de recherche fut confié au Docteur Ralph Heinicke, biochimiste à l'Université de Hawaï. Pour que Dole puisse obtenir l'accord de la Federation Drug Administration, la bromélaïne devait être enregistrée sous sa forme la plus pure. (Ollier 1996)

Après plusieurs années de recherche sans succès, le Dr Heinicke aurait découvert que la bromélaïne (mélange d'enzymes glycopeptidiques) contiendrait une substance inconnue qui serait responsable de son activité. Il a identifié cet ingrédient comme étant un nouvel alcaloïde qu'il a appelé xéronine. (McClatchey 2002)

Or, en comparant les propriétés revendiquées du noni et celles de la bromélaïne, il a remarqué des similitudes. Il a donc reproduit les mêmes techniques d'isolement sur le fruit de noni. Non seulement la technique aurait été reproductible mais en plus avec des rendements excellents. Le noni serait alors la meilleure source de xéronine. (Heinicke 1985)

La société Dole ne s'intéressant plus à ce programme, le Dr Heinicke a déposé un brevet sur cette xéronine dans lequel il a décrit la composition, la caractérisation, les essais, le mode d'action et les utilités de ce nouvel alcaloïde sans toutefois en préciser sa structure chimique. (Ollier 2006, Heinicke (2) 1985)

De là, en 1985, le Dr Heinicke a publié ses résultats dans le *Pacific Tropical Botanical Garden* (qui n'est pas un journal scientifique international), ce qui a en partie alimenté les rumeurs autour des bienfaits du noni. En effet, ce bulletin n'est pas un journal scientifique international avec comité de lecture, qui est le seul type de publication fiable.

La xéronine serait un petit alcaloïde exerçant une activité physiologique dès l'ordre du picogramme. On la trouverait dans pratiquement toutes les cellules saines de plantes, d'animaux et de microorganismes. Or le fruit de noni, malgré de petites quantités de xéronine libre contiendrait des quantités non négligeables de son précurseur, la proxéronine. Ce serait une molécule colloïdale décrite comme « étrange », avec un poids moléculaire assez important, autour de 16000g/mol. Contrairement à la plupart des colloïdes des plantes, celui-ci ne contiendrait ni sucres, ni acides aminés, ni acides nucléiques. (Heinicke 1985)

Le fruit de noni contiendrait aussi la forme inactive de l'enzyme qui transformerait la proxéronine en xéronine : la proxéroninase. Si le jus de noni est pris l'estomac vide, la pro

enzyme échappe à la digestion par la pepsine et les acides et se retrouve dans l'intestin où ses chances d'être activée sont alors majeures. (Heinicke 1985)

La xéronine serait un alcaloïde que le corps humain sécrèterait en faibles quantités et qui serait utilisé ou dégradé tout de suite d'où son absence dans les analyses de sang. (Heinicke 1985) La pro-xéronine serait emmagasinée dans le foie et toutes les deux heures, le cerveau enverrait un signal pour libérer de la pro-xéronine vers les différents organes du corps qui la transformeraient en xéronine. (Solomon) Le manque de xéronine entraînerait une série de désordres physiologiques. De plus le sommeil favoriserait la production de xéronine, mais le vieillissement entraînerait forcément une baisse de cette production. (Ollier, 2006) En effet, un effort intense, une activité anormale de cellules cancéreuses, une infection ou tout autre problème de santé provoquerait un besoin accru en xéronine auquel le corps ne pourrait pas faire face seul. (Solomon) Accroître le taux de xéronine aiderai donc à la prévention de divers problèmes et tonifierait l'organisme. (Ollier 1996)

Le Dr Heinicke a émit l'hypothèse que la xéronine aurait pour fonction première de réguler la rigidité et la forme de protéines spécifiques. (Heinicke 1985) Elle pourrait permettre aux protéines de concentrer l'énergie contenue dans l'eau et donc d'atteindre leur pleine potentialité. (Solomon) Et puisque ces protéines ont des fonctions différentes, ce serait la situation clinique typique où l'administration d'une seule drogue engendre un large panel de réponses physiologiques. La xéronine pourrait soulager certains symptômes de presque toutes les maladies connues mais ne serait une panacée pour aucune d'entre elles.(Heinicke 1985)

Heinicke prétend que chaque tissu présenterait des cellules contenant des protéines avec un récepteur à la xéronine. Certaines de ces protéines seraient la forme inerte d'enzymes qui nécessiteraient l'absorption de xéronine pour être actives, par exemple la pro-collagénase se transformerait en une protéase qui enlèverait les rapidement les tissus morts d'une brûlure. D'autres protéines deviendraient des récepteurs potentiels aux hormones après avoir réagi avec la xéronine, par exemple au niveau du cerveau où l'endorphine pourrait alors exercer son action et procurer une sensation de bien-être. Certaines protéines pourraient former des pores et la xéronine viendrait modifier la forme de ces pores et donc conditionner le passage des molécules à travers des membranes et ainsi faciliter par exemple la digestion... (Heinicke 1985)

Malheureusement, cette « théorie de la xéronine » manque de données sérieuses la soutenant et jusqu'à aujourd'hui, la présence de xéronine comme de pro-xéronine n'a jamais été confirmée par aucune publication scientifique. De plus, les structures chimiques de ces molécules n'ont jamais été fournies... (Pawlus *et al.*, 2007)

De par ce fait, la majorité des travaux de Heinicke sont remis en question. Mais si toutefois la molécule pouvait être décrite, cela appuierait ses travaux et pourrait ouvrir la porte à la production de produits spécifiques. (McClatchey 2002)

C) Tests réalisés :

Un nombre croissant d'études pharmacologiques ont été publiées sur le jus de noni et sur les composés isolés du noni. Elles sont globalement axées sur le cancer, l'inflammation et les maladies métaboliques. (Potterat *et al.* 2007)

Il convient, lorsqu'une propriété est revendiquée, de bien faire attention de quelle partie de l'arbre il s'agit. En effet, on trouve sur Internet des sites qui mentionnent des références scientifiques sans faire cette précision. (Ollier, 2006)

1) Activité anti-infectieuse :

❑ Jus de fruit mûr ou vert : Les jus de fruits mûrs présentent des zones d'inhibition de 10 à 20 mm contre *Salmonella typhosa*, *Salmonella montevideo*, *Salmonella schottmuelleri*, *Shigella paradys* BH et III-Z, *Micrococcus pyogenes*, *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*. Les jus de fruits jeunes ont des zones d'inhibition identiques pour *S. typhosa* et les deux *S. paradys*. (Bushnell *et al.* 1950)

❑ Partition dans le méthanol d'un extrait éthanolique d'écorce de racine, d'écorce de tige et de feuilles : L'extrait d'écorce de racine a montré une zone d'inhibition de 7 à 15 mm contre les bactéries Gram positif, *Staphylococcus albus* et *Bacillus subtilis*. L'écorce de tige a montré une zone d'inhibition de 7 à 15 mm contre *S. albus*, et 3 à 6 mm contre *B. subtilis*. Les deux se sont révélées inactives contre les bactéries Gram négatif, *Pseudomonas aeruginosa*, et *Klebsiella pneumonia*. (Sundarro *et al.* 1993)

❑ Extraits de fruits dans l'hexane, le méthylène chloride, l'acétonitrile, le méthanol et l'eau : Aucune activité anti-virale contre Herpes Simplex-1 n'a été démontrée. Mais ont été démontrées une activité bactérienne contre *Streptococcus pyogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Escherichia coli*, une activité anti-fongique contre *Microsporium canis*, *Epidermophyton floccosum*, et *Trychophyton rubrum*. (Locher *et al.* 1995)

❑ Partition dans l'hexane de l'extrait éthanolique des fruits et des feuilles : Il y a une activité *in vitro* contre *Mycobacterium tuberculosis*. (Saludes *et al.* 2002)

❑ Extrait aqueux et extrait dans le dichlorométhane du fruit : Pas d'action anti-virale sur les cellules infectées par le VIH-1. (Locher *et al.* 1996)

2) Activité larvicide et insecticide :

❑ Le fruit mûr : Il exerce un effet répulsif sur toutes les espèces de drosophiles et un simple contact avec le fruit suffit à les tuer en quelques minutes. Cela est dû aux acides octanoïque (pour sa toxicité) et hexanoïque (qui provoque un coma irréversible). Seule la drosophile *Sechellia* est attirée par le fruit mûr qui constitue la nourriture de sa larve. (Farine *et al.* 1996)

❑ Jus de fruit : Il détruit les larves de moustique *Aedes aegyptii*. (Siu 2001)

3) Activité anti-cancéreuse :

❑ Précipité du fruit dans l'éthanol (noni-ppt) : L'activité anti-tumorale et immunomodulatrice est due à une substance riche en polysaccharides isolée du jus de noni après précipitation dans l'alcool et nommée noni-ppt. Le modèle utilisé est un carcinome pulmonaire de Lewis injecté par voie intra péritonéale à des souris C57BL/6. L'injection intra péritonéale de jus de noni augmente l'espérance de vie de plus de 75%. On n'observe aucune activité cytotoxique in vitro. L'action se fait par immunostimulation : le noni-ppt stimule la libération de nombreux médiateurs des cellules murines effectrices, comme le tumour necrosis factor- α (TNF- α), l'interleukine-1 β (IL-1 β), IL-10, IL-12 p70, interféron- γ (IFN γ) et l'oxyde d'azote (NO). Cette activité est bloquée par l'administration concurrente d'immunosuppresseurs comme la 2-chloroadenosine ou la ciclosporine. Par contre, l'activité est augmentée par administration à dose sub-optimale d'anticancéreux classiques à savoir la vincristine, le 5-fluorouracile, la cisplatine et l'adriamycine. (Hirazumi *et al.* 1999)

Une autre expérience a été réalisée selon la même méthode que ci-dessus mais sur le modèle de la tumeur ascite S180 et avec du jus de noni de Hawaï et Tahiti : Le noni-ppt exerce une action préventive et curative. L'activité anti-tumorale du noni-ppt apporte un taux de guérison de 25 à 45%. Cette activité est complètement bloquée quand sont administrés simultanément des immunosuppresseurs comme la 2-chloroadenosine, l'anticorps anti-asialo GM1 et la ciclosporine. Le noni-ppt montre une action synergique ou une addition d'effets bénéfiques quand il est combiné avec certains anticancéreux comme la cisplatine, l'adriamycine, la mitomycine-C, la bléomycine, l'étoposide, le 5-fluorouracile, la vincristine ou la camptothécine. Il n'y a pas d'effets bénéfiques quand il est combiné avec le paclitaxel, le cytosine-araboside ou les immunosuppresseurs tels que le cyclophosphamide, le

méthotrexate ou la 6-thioguanine. Le noni-ppt montre des effets bénéfiques quand il est combiné avec l'interféron- γ mais pas avec l'IL-2. (Fursawa *et al.* 2003) Ces résultats permettent de laisser voir leur application chez l'homme, où l'association de jus de noni à certains traitements anti-cancéreux permettrait de diminuer les doses et donc les effets secondaires tout en ayant une efficacité identique. (Ollier 2006)

❑ Acide aspérulosidique et nonioside C du jus de noni : Ils inhibent la transformation de lignées cellulaires épidermiques JB6 de souris, en cellules malignes, cette transformation étant induite par des stimuli comme le TPA (12-*O*-tetradecanoylphorbol-13-acetate) et l'EGF (facteur de croissance épidermique). Cette inhibition est associée aux effets inhibiteurs de l'acide aspérulosidique et du nonioside C sur l'activité d'un facteur de transcription inductible appelé AP-1 qui joue un rôle important dans la promotion tumorale. Ils bloquent aussi la phosphorylation de c-Jun, oncogène substrat de kinases JNKs, ce qui laisse supposer que les JNKs sont des cibles clés pour ces glycosides du noni dans la régulation de l'activité de l'AP-1 et de la transformation cellulaire. (Liu *et al.* 2001)

❑ Jus « Tahitian Noni » mélangé à 10% avec de l'eau : Il réduit le taux de formation d'adduits du carcinogène 7,12-diméthylbenz(a)anthracène (DMBA) avec l'ADN surtout dans les reins, mais aussi le cœur, les poumons et le foie de souris femelles SD et de mâles C57 BL-6. Le jus a été donné par voie orale pendant les 7 jours qui ont précédé l'ingestion de DMBA, en comparaison avec un groupe témoin qui n'a bu que de l'eau. La formation d'adduits d'ADN est une étape critique dans l'initiation de la carcinogénèse chimio-induite. En agissant à ce stade initial, le jus de noni peut donc participer à la prévention des maladies cancéreuses. (Wang *et al.* 2001)

❑ Jus de noni à 2,5%, 5% et 10% : *In vitro*, sur des cultures de tissus de veines placentaires, le jus de noni inhibe la mise en route de l'angiogénèse aux concentrations de 5 et 10%. A 2,5%, il perd cet effet inhibiteur mais réduit le taux de croissance et de prolifération de capillaires. Sur les cultures cellulaires plus âgées, le jus à 10% inhibe la croissance de nouveaux vaisseaux et provoque la dégénérescence de ceux existants. Dans 50% des cas, la dégénérescence vasculaire est complète et il n'y a plus d'angiogénèse après traitement ; les vaisseaux persistants montrent une diminution de la taille et de la complexité du réseau vasculaire néoformé. Sur des cultures *in vitro* de tissu de tumeur de sein, le jus à 10% réduit le pourcentage d'angiogénèse et provoque en 2 à 3 jours la dégénérescence des capillaires qui ont pu se former. Le jus de noni agirait selon plusieurs mécanismes et l'un d'eux pourrait être une interaction avec des structures de surface cellulaire comme les α -intégrines. (Hornick *et al.* 2003)

❑ Partition dans le dichlorométhane de l'extrait méthanolique de fruit et 2-methoxy-1,3,6-trihydroxyanthraquinone : L'antraquinone isolée dans l'extrait a montré une puissante activité d'inducteur des enzymes de phase II sur les cellules murine d'hépatome hepa1c1c7 (l'induction d'enzymes de phase II est considéré comme une chimioprophylaxie du cancer). Cette activité est 40 fois plus puissante que son contrôle positif, le L-sulforaphane. De plus, aucune toxicité n'a été révélée même à la plus haute dose testée. (Pawlus *et al.* 2005)

4) Activité anti-oxydante :

❑ Jus de fruit « Tahitian Noni » mélangé à 10% avec de l'eau : En comparaison de son activité antioxydante avec celle d'antioxydants alimentaires usuels au doses journalières recommandées, le jus de noni est 2,8 fois plus anti-oxydant que la vitamine C, 1,4 fois plus que le pycnogénol, 1,1 fois plus que les pépins de raisins. (Wang *et al.* 2001)

❑ Americanine A et narcissoside dans l'extrait méthanolique du fruit : Ces deux composés ont montré une activité d'élimination des radicaux libres dans les essais au DPPH et ONOO⁻. (Su *et al.* 2005)

❑ Jus de fruit « Tahitian Noni » : Des rats femelles Sprague Dawley ont été utilisés pour montrer les effets hépatoprotecteurs du jus de noni. Une dose de 6ml/jour/rat de jus de noni a été ajoutée à l'eau de boisson. Au 15^{ème} jour, du CCl₄ leur a été administré et cela pendant 12 semaines. A la 16^{ème} semaine les rats ont été sacrifiés. Le groupe placebo présentait un stéatose hépatique, avec un profil lipidique mauvais. Le groupe témoin et le groupe traité au jus de noni ne présentaient aucunes lésions hépatiques. De plus le groupe au jus de noni avait un profil lipidique meilleur que le témoin. Le jus de noni a donc des propriétés hépatoprotectrices vis à vis de la carcinogénèse induite par un toxique hépatique. Cette action résulte de l'élimination des radicaux libres, d'une inhibition de l'hydroperoxydation lipidique et d'une activité anti-inflammatoire forte. (Wang *et al.* 2008)

5) Activité antalgique :

❑ Lyophilisat d'extrait aqueux de racines : Deux tests ont été utilisés. Pour le test des coliques, des souris mâles Swiss de 9 semaines ont été utilisées. Elles ont reçu une injection intra-péritonéale de noni ou d'eau ou de morphine, puis d'acide acétique. Chez les groupes

ayant reçu le noni à 800 et 1600 mg/kg, on note une diminution significative des torsions par rapport au groupe avec l'eau. Pour le test de la plaque chaude, le même protocole est utilisé. On note une augmentation du temps de réaction à la douleur proportionnelle à la dose d'extrait de noni administré. Dans ces deux tests, l'administration de naloxone (l'antagoniste spécifique des récepteurs morphino-mimétiques) aux groupes ayant reçu le noni ou la morphine a annulé les effets antalgiques. Le noni a donc bien une activité analgésique centrale. (Younos *et al.* 1990)

6) Activité anti-inflammatoire :

❑ Poudre de fruit : La mesure *in vitro* des taux de PGE2 et PGD2 formés à partir de l'acide arachidonique après incubation avec la COX-1 montre que la poudre de fruit a une activité anti-inflammatoire élevée. En effet le pourcentage d'inhibition de PGE2/PGD2 est comparable à celui de l'indométacine. La concentration d'inhibition de 50% (IC50) de la COX-1 est de 163,30 µg/ml pour la poudre de fruit et de 241,15 µg/ml pour l'aspirine. (Li *et al.* 2003)

❑ Jus du fruit « Tahitian Noni » : Les résultats obtenus *in vitro* montrent que le jus de noni inhibe de façon préférentielle la COX-2 avec une sélectivité comparable au célécoxib (Celebrex®). Ce qui explique que le noni n'ait pas les effets indésirables dus à une action sur la COX-1. Cette forte activité anti-inflammatoire pourrait être un des mécanismes de la prévention du cancer. (Wang *et al.*, 2002)

7) Activité anti-diabétique :

❑ Extrait aqueux de fruits fermentés ajouté dans l'eau de boisson : Une étude a été menée sur des rats Sprague-Dawley, rendus diabétiques par injection de streptozocine, et sur lesquels une excision de peau a été pratiquée après anesthésie (300 mm² de surface et 2mm de profondeur). Un groupe ne buvant que de l'eau a été utilisé comme témoin. Les autres groupes recevaient du jus de noni fermenté dans l'eau de boisson à la dose de 100 ml/kg pendant 10 jours. Des échantillons de sang ont été prélevés pour contrôler la glycémie et la taille de la blessure mesurée pour contrôler la cicatrisation. Cette étude démontre que le jus de

fruit de *Morinda citrifolia* réduit significativement la glycémie et active la cicatrisation chez des rats diabétiques. (Nayak *et al.* 2007)

❑ Jus de noni dilué à 10 ou 20% dans l'eau de boisson : Les rats sont rendus diabétiques par injections de streptozocine. Les groupes traités boivent à volonté pendant 3 à 4 semaines une solution de jus de noni à 10 ou 20%. Les témoins boivent simplement de l'eau. Il en résulte que le traitement limite ou inverse l'altération de l'état général induite par la pathologie diabétique. En effet les rats traités montrent un gain de poids d'où une meilleure utilisation des nutriments. On note aussi une diminution de la consommation d'eau avec effet dose dépendant, et une baisse de la glycémie dose-dépendante et semblant être rémanente à l'arrêt du traitement. Il faut toutefois noter la mort de rats dans le groupe à 20% qui nécessiterait une exploration toxicologique. (Siu, 2001)

❑ Extrait méthanolique de racines dans le butanol : L'effet hypoglycémiant a été testé chez des souris rendues diabétiques par injection de streptozocine. L'extrait de racine a été administré par voie orale et a montré une réduction significative du taux de sucre dans le sang des souris. Les extraits de racines obtenus à l'aide d'autres solvants n'ont pas ces propriétés. Cet effet semble dû à deux anthraquinones sans noyau aromatique extraites de la phase active de l'extrait butanolique : damnacanthol-3-*O*- β -D-primeveroside et lucidin-3-*O*- β -D-primeveroside. (Kamiya *et al.*, 2008)

8) Activité anti-malarique :

❑ Jus de fruit de noni : Les tests ont été réalisés in vitro avec deux souches différentes de *Plasmodium falciparum* : une chloroquinorésistante et une chloroquinosensible. Des cultures de 24 et 72 heures ont été utilisées soit en fin du premier cycle soit au début du deuxième cycle des trophozoïtes. Le jus est actif sur les 2 souches avec une IC 50 de 1 à 10 $\mu\text{g/ml}$ ce qui correspond à une activité bonne (5 à 10 $\mu\text{g/ml}$) à très bonne (<5 $\mu\text{g/ml}$). Le noni a donc un mécanisme d'action différent de la chloroquine, puisqu'il agit sur les deux souches et qui semble non spécifique (action sur plusieurs cibles ou par différentes voies de synthèse). Ces résultats encourageant mériteraient d'être approfondis. (Siu, 2001)

9) Action sur la vidange gastrique :

❑ Jus de fruit de noni : Des doses de 0,25 , 1 ou 4 mg/kg de jus de noni ont été administrées par voie orale à des rats mâles. Les résultats montrent que la vidange gastrique est inhibée sans altérer le transit intestinal. Cela est dû à une augmentation plasmatique du taux de cholecystokinines (CCK), et une activation des récepteurs CCK₁. (Pu *et al.*, 2004)

10) Action sur la collagénase :

❑ Extrait de fruit et austrocortinine : Augmente la synthèse du collagène dans les fibroblastes de derme humain via une induction du pro-collagène de type I et une réduction de la collagénase, matrix metalloprotéinase-1. De plus une nano-émulsion augmente la production de procollagène type I dans le derme de souris nu. L'anthraquinone concernée, l'austrocortinine, pourrait donc être un bon candidat à l'élaboration d'anti-rides. (Kim *et al.*, 2005)

11) Action sur les maladies cardiovasculaires :

❑ Jus de fruits verts et mûrs : Inhibe l'enzyme de conversion de l'angiotensine I (ACE) et l'administration du jus par voie orale réduit la pression sanguine systolique chez des rats mâles spontanément hypertendus. (Yamaguchi *et al.*, 2002 in Pawlus *et al.*, 2007)

❑ Extrait de feuille soluble dans le méthanol : 12 plantes ont été testées. Le noni n'a pas montré d'inhibition de l'oxydation des lipoprotéines à faible densité (LDL), mais il a causé une augmentation des récepteurs aux LDL (49%) sur les cellules hépatiques. (Salleh *et al.*, 2002)

12) Action neuroprotectrice :

❑ Jus de noni « Okinawa noni juice » (ONJ) : Les effets neuroprotecteurs sont testés sur des souris mâles ddY sur lesquelles un dommage cérébral a été provoqué par un stress ischémique. Le jus de noni est mis dans l'eau de boisson à 3% et 10% pendant 7 jours. Le

7^{ème} jour, le dommage cérébral est provoqué. Le jus de noni a limité les infarctus de manière dose-dépendante par rapport au groupe témoin. En outre, il a été constaté que le Score de Déficience Neurologique (NDS) a été diminué (donc amélioré) après reperfusion chez les souris supplémentées en jus de noni. D'autre part, la consommation de jus de noni n'a pas affecté les niveaux d'expression d'antioxydants comme le Cu/Zn superoxyde dismutase. (Harada *et al.*, 2009)

13) Conclusion de ces tests :

La grande majorité des tests réalisés concernent le fruit de noni et même parfois une marque bien précise. On note que les résultats obtenus sont plutôt en corrélation avec les usages traditionnels faits par les Polynésiens et mériteraient une plus ample exploration des effets recensés, mais cette fois chez l'Homme. Toutefois il convient de prendre des distances par rapport à ces résultats qui ne s'appliqueront pas forcément à la prise de jus de noni par voie orale par le consommateur humain.

D) Etudes réalisées chez l'homme :

A l'heure actuelle, aucun essai clinique n'a été mené à bien chez l'Homme, sauf une étude qui est en cours et dont aucun résultat définitif n'a été publié.

Cette étude de phase I sur le noni chez les patients cancéreux est la première étape dans l'étude systématique des Médecines Complémentaires et Alternatives (CAM).

Les CAM peuvent être les produits issus de plantes ou d'animaux, les magnétiseurs, les thérapies de vitamines, les prières et bien d'autres choses encore. Comme le noni, beaucoup de plantes qui sont des CAM, sont liées d'une certaine façon aux pharmacopées indigènes. (Etkin *et al.*, 2003)

Cette étude est soutenue par la National Institut of Health et l'investigateur principal est Brian Issell, avec le Cancer Research Center of Hawaii. Le but de cette étude est de déterminer l'utilité des extraits de fruit de noni chez les patients cancéreux. L'hypothèse testée est que le noni, à certaines doses spécifiques, fournit un bénéfice suffisant par rapport au profil de la toxicité pour être utilisé comme thérapeutique.

Les buts spécifiques de cette étude sont :

1. Déterminer la dose tolérée maximale de capsules contenant 500mg d'extrait de fruit noni lyophilisé.
2. Définir les toxicités associées à l'ingestion de noni.
3. Rassembler des informations préliminaires sur l'efficacité du noni dans le respect des propriétés anti-tumorales et de contrôle des symptômes pour aider à choisir des patients spécifiques pour les études suivantes de phase II.
4. Identifier les constituants chimiques de l'extrait qui peuvent être utilisés pour caractériser la biodisponibilité et la pharmacocinétique du noni comme complément alimentaire.

Les critères d'éligibilité pour l'étude sont :

1. Les patients doivent avoir un diagnostic pathologique ou cytologique vérifié de cancer et la preuve de maladie pour laquelle aucun traitement standard n'est disponible.
2. Les patients doivent être ambulatoires, capables de s'occuper d'eux-mêmes et être alités moins de 50 % du temps. (Score de performance de Zubrod entre 0 et 2)
3. Les patients doivent avoir terminé tous les autres traitements anti-cancéreux au moins quatre semaines avant.

4. Si les patients prennent les médicaments que leur médecin considère comme essentiels pour leur santé (par exemple anti-diabétiques, anti-hypertenseurs, hypolipémiants...), ils doivent avoir été traités par ces médicaments à un dosage stable pendant au moins quatre semaines avant de commencer l'étude.

5. Les patients doivent consentir à ne prendre aucun autre traitement de CAM au cours de l'étude et à tenir un journal enregistrant tous les médicaments pris quotidiennement, y compris tous les produits non prescrits et à enregistrer l'heure à laquelle le noni est pris.

L'étude a été menée entre novembre 2001 et juin 2006.
<http://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT00033878>

A ce jour, aucuns résultats définitifs n'ont été publiés. Seuls des résultats préliminaires ont été communiqués : Les doses administrées ont été de 2 à 10 grammes. Il n'a pas été observé de toxicité ni de réponse tumorale, mais il y avait un allègement significatif dans la douleur liée à l'activité, et une amélioration, considérée statistiquement comme non significative, dans la fatigue et fonctionnement physique. (Issell *et al.*, 2005)

Selon Issell, 50 nouveaux patients sont entrés dans l'étude en 2007 avec des dosages différents. (Potterat *et al.*, 2007)

III) Toxicité et statut légal :

A) Les effets indésirables ou toxiques recensés :

La consommation de jus de noni étant de plus en plus populaire, des cas de toxicité et majoritairement d'hépatotoxicité attribués au jus de noni ont été rapportés. Nous allons donc voir ces cas ainsi que l'avis des experts sur la mise en cause ou non du noni.

1) Hépatotoxicité :

- Cas n°1 : Un homme de 45 ans s'est présenté à l'hôpital en Autriche pour un malaise qui dure depuis deux semaines et un inconfort thoracique non spécifique. Il n'a pas d'antécédents médicaux particuliers, ne prend pas de médicaments régulièrement et ne boit de l'alcool qu'occasionnellement. Les examens de sang ont montré une élévation des transaminases, de la gamma glutamyl transférase et de la lactate déshydrogénase, ce qui suggère une hépatite aiguë. La bilirubine et les autres paramètres du foie, la fonction rénale et les enzymes cardiaques sont normales. La biopsie du foie et l'examen histologique confirment une hépatite aiguë. Des examens ont été faits pour écarter d'autres causes d'hépatite à savoir un virus, l'alcool, une maladie auto-immune, le syndrome Budd-Chiari, une hémochromatose ou encore la maladie de Wilson. Puis le patient a mentionné que pour des « raisons prophylactiques », il buvait depuis quelques semaines un verre de jus de noni tous les jours. Le noni étant fortement suspecté, le patient a arrêté la consommation immédiatement. Deux jours plus tard les transaminases commençaient à diminuer et 1 mois plus tard, tout était normal. (Millonig *et al.*, 2005)

Le Panel de L'EFSA a conclu à une relation entre l'arrêt de la consommation du jus de noni et la baisse des transaminases. Cependant, l'identité et les doses exactes du jus ingéré par le patient étaient floues et aucun échantillon n'était disponible pour analyse. (EFSA, 2006)

- Cas n°2 :: Un homme de 29 ans est réadmis à l'hôpital en Autriche environ un an après avoir développé une hépatite aiguë due à un traitement par du paracétamol. A 18 ans, lors d'examen de sang pour son service militaire, sa bilirubine avait été contrôlée trop élevée et attribuée à un syndrome de Gilbert. Pendant les trois semaines qui ont précédé sa nouvelle admission, il a ingéré 1,5 litres de jus Tahitian Noni®, et 9 jours avant son admission, 7 g/jour

d'un mélange d'herbes Chinoises (contenant bupleuri, pinellia, scutellaria, codonopsis, glycyrrhizae, schizonepeta, et paeonia). De plus il a pris divers traitement homéopathiques pendant 14 mois. Lors de sa réadmission il présente une encéphalopathie hépatique de grade 1, des transaminases et une bilirubine élevées. Une biopsie du foie a révélé une hépatite aiguë plausible à une réaction idiosyncrasique à une drogue. De plus d'autres causes d'hépatite aiguë ont été écartées L'atteinte du foie a progressé très rapidement, ce qui a nécessité une transplantation d'urgence. (Stadlbauer *et al.* 2005)

Le Panel de l'EFSA a noté que le patient avait un historique d'hépatotoxicité du à un médicament. De plus la prise concomitante d'un mélange d'herbes Chinoises peut aussi avoir contribué à aggraver une atteinte préexistante due au paracétamol. La cause de l'hépatite ne peut donc pas être identifiée. (EFSA, 2006)

- Cas n°3: Une femme de 62 ans est admise à l'hôpital en 2003 avec diarrhées et vomissements. Les examens de sang de routine ainsi que la biopsie du foie ont montré une hépatite aiguë. Quatre ans plus tôt, une leucémie chronique des cellules B lui a été diagnostiquée. Elle a été traitée par de la fludarabine avec succès. Les fonctions du foie étaient alors normales et elle ne prenait de médicaments régulièrement. Elle a consommé 2 litres de jus Tahitian Noni® sur une période de 3 mois et a arrêté deux mois avant sa nouvelle admission. Toute cause autre d'hépatite a été écartée. Neuf mois après son admission, les transaminases et la bilirubine sont redevenues normales et la patiente est asymptomatique. (Stadlbauer *et al.* 2005)

Le Panel de l'EFSA note que dans ce cas, aucune référence n'est faite à la consommation d'alcool et que les anticorps testés pour écarter la maladie auto-immune ne sont pas indiqués. Ces deux causes ne peuvent donc pas être écartées complètement De plus, l'hépatite aiguë a été diagnostiquée alors que la patiente avait arrêté le noni deux mois auparavant et les transaminases et la bilirubine ont mis 9 mois à revenir à la normale. (EFSA, 2006)

- Cas n°4: Une femme de 24 ans se présente à l'hôpital en Allemagne avec un ictère. A son admission, les transaminases, la bilirubine et la gamma glutamyl transférase étaient élevées. Auparavant, la patiente a été traitée 10 semaines avec de l'interféron (INF) beta-1a suite a la découverte d'une sclérose multiple. Au bout de 4 semaines de traitement par l'INF ses enzymes du foie avaient été contrôlées normales, cependant, l'INF est mis en cause dans l'hépatite. Toute autre cause d'hépatite est écartée et la biopsie révèle une hépatite induite par une drogue. Une semaine après l'arrêt de l'INF, ses enzymes du foie ont augmenté de façon

spectaculaire. La patiente rapporte alors la consommation de 1L à 1,5L de jus de noni depuis 4 semaines pour une « stimulation générale du système immunitaire ». La patiente a été convaincue d'arrêter le jus de noni et les transaminases ont alors chuté jusqu'à un retour rapide à la normale. (Yüce *et al.*, 2006)

Le Panel de L'EFSA note que le traitement par un INF beta est une cause d'hépatotoxicité. Toutefois les enzymes ne sont pas revenues à la normale suite à l'arrêt du traitement, contrairement à la majorité des cas. (EFSA, 2006)

-Cas n°5: Une femme de 33 ans, sans antécédents médicaux et ne prenant pas de médicaments, est entrée à l'hôpital en Espagne pour une douleur abdominale dans l'hypocondre droit depuis quelques jours, accompagnée de nausées et vomissements occasionnels, d'anorexie, d'asthénie et d'un ictère. Les analyses de sang ont révélé une hépatite aiguë. D'autres causes d'hépatite ont été écartées. La patiente ajoute que deux semaines auparavant lors de son voyage en Equateur, elle a ingéré pendant quelques jours une préparation à base de noni. Deux semaines après l'hospitalisation, tout était revenu à la normale. (Lopez-Cepero Andrada, 2007)

-Cas n°6: Un glioblastome a été diagnostiqué chez un homme de 43 ans ; il a subi une chirurgie et était prévu pour avoir une radiothérapie et une chimiothérapie. Pour aider sa guérison, il a commencé à boire 20 ml de jus Tahitian Noni® deux fois par jour. Deux semaines plus tard, les tests sanguins effectués ont révélé des transaminases élevées. Or les tests sanguins effectués trois jours avant que le patient ne commence le jus de noni étaient parfaitement normaux. Le patient n'a jamais eu de problèmes au foie et s'abstient de toute consommation d'alcool depuis la découverte de son glioblastome. Toute autre cause éventuelle d'hépatite a été écartée. Le patient était sous lévétiracetam à la dose de 500 mg deux fois par jour pour une épilepsie liée à la tumeur. Ce médicament est mis hors de cause et donc non arrêté. Les transaminases se sont mises à baisser dès que le patient a cessé de boire le jus de noni et sont rapidement revenues à la normale. (Stadlbauer *et al.* 2008)

Tous ces cas décrits méritent de porter attention aux éventuels risques toxiques liés à la consommation de jus de noni. Le mécanisme de toxicité n'est pas évident et les anthraquinones, qui sont connues pour être hépatotoxiques ne sont présentes dans le fruit qu'en quantité infime (contrairement aux racines) et n'ont pas la structure nécessaire pour

causer des dommages au niveau du foie. (West *et al.* 2006) Il convient donc de rester prudent vis à vis de la consommation de jus de noni.

2) Allergie :

Il n'y a pas de surveillance active faite après la vente des produits. D'après Morinda Inc., 1.216.060 bouteilles de un litre de Tahitian Noni ont été vendues aux Etats-Unis entre avril et juillet 2002. Sur cette période, la compagnie a reçu 29 plaintes de consommateurs d'ordre médical dont 13 apparentées à des réactions allergiques. (European commission, 2002)

On peut supposer que tous les cas d'allergies n'ont pas été déclarés et que le chiffre est donc sous-estimé.

3) Hyperkaliémie :

Un homme avec une insuffisance rénale chronique a eu une analyse sanguine révélant un taux de potassium élevé, malgré son affirmation de compliance à son régime bas en potassium. Cependant il affirme boire un verre de jus de noni avant chaque repas. Le patient est traité pour son hyperkaliémie et est averti que le jus de noni peut être la cause de son hyperkaliémie. Le patient refuse d'arrêter le jus de noni et ne reviendra plus. Les auteurs de cet article ont déterminé le taux de potassium contenu dans un jus de noni (différent de celui du patient) et il s'est révélé être de 56,3 mEq/L, c'est à dire autant qu'un jus d'orange ou de tomate. Ils ont conclu qu'à la dose recommandée, le jus de noni ne représentait pas une grande menace d'hyperkaliémie. Toutefois les patients avec une maladie rénale doivent être informés que les compléments alimentaires à base de plantes peuvent être une source cachée de potassium. (Mueller *et al.*, 2000)

4) Interaction avec les anti-coagulants oraux :

Une femme de 41 ans prenant du sotalol et de la coumadine aux doses qui lui sont prescrites fait donc régulièrement des analyses de sang pour surveiller le bon fonctionnement de son

traitement. Pourtant en mai 2003 son INR (International Normalization Ratio) s'est mis à chuter. Un premier interrogatoire sur ses habitudes ne permet pas d'identifier une éventuelle cause de résistance. L'augmentation des doses de coumadine ne modifie pas son INR. Elle ne consomme rien de particulier sauf du jus de noni depuis mai. Elle a consommé un puis deux petits verres par jour de jus de la marque « Noni Juice 4 Everything ». Elle est alors traitée par héparine et stoppe sa consommation de jus de noni. Son INR revient à une valeur correcte et elle reprend ses doses initiales de coumadine. Il est à noter que dans ce cas, le jus concerné est un mélange de plusieurs plantes et qu'il est supplémenté en vitamine K. (Carr *et al.*, 2004)

B) Noni et reproduction :

Etant donné que le jus de noni est consommé par de plus en plus de personnes, la question de la compatibilité avec la grossesse se pose. Aucun test n'ayant été effectué sur l'homme, le principe de précaution voudra que le jus de noni ne soit pas consommé par les femmes enceintes. Des tests ont toutefois été réalisés sur l'animal.

De la purée de fruit de noni a été administrée à différents dosages à des rats femelles Sprague Dawley gravides. Les doses ont commencé le 1^{er} jour de gestation jusqu'au jour précédent la délivrance supposée, soit 21 jours. Il n'y a pas eu de signes de toxicité pour les femelles. Il n'y a pas eu de différences entre le groupe de contrôle et les groupes prenant du jus de noni au niveau du nombre de fœtus vivants, du poids et de la taille des fœtus, des anomalies du squelette. Aucun fœtus mort n'a été observé, il n'y a pas eu de malformations externes ou d'organes internes défectueux. Les auteurs ont conclu que le noni ne semble pas avoir d'effets toxiques pour les futures mères et leur fœtus. (West *et al.*, 2008(2))

De même une autre étude a été réalisée pour examiner l'activité endocrine possible et l'effet toxique sur le système reproducteur de rats Wistar par l'exposition à de l'extrait aqueux de fruit de *Morinda citrifolia*. L'essai utéro-trophique a montré une activité anti-oestrogénique *in vivo* de l'extrait de 7,5 à 750 mg/kg. L'administration de l'extrait pendant la gestation et la lactation des rats femelles a cependant montré à la dose de 7,5 mg/kg une diminution de 50% de l'index de parturition (seulement la moitié des fœtus nés étaient en vie) et un index de pertes post-implantation de 74%. Le test *in vitro* a montré que les utérus de rats traités avec la dose de 7,5 mg/kg présentaient une diminution de 50% des contractions provoquées par l'acide arachidonique. Les auteurs ont conclu que l'exposition à l'extrait aqueux de fruit de *Morinda citrifolia* chez des rats Wistar a induit une toxicité reproductive avec une réponse non linéaire en fonction des doses mais pas de toxicité chez la mère. (Müller *et al.*, 2009)

C) Le statut légal :

❑ Le jus de noni est commercialisé par Tahitian Noni International depuis le 1^{er} juillet 1996 comme supplément diététique aux Etats-Unis mais aussi au Canada, au Japon, en Australie, au Mexique, en Norvège et à Hong-Kong. A cette époque les produits à base de noni n'ont alors pas encore atteint l'Europe. De plus la distribution de ce genre de produit doit avoir un agrément de la Communauté Européenne comme médicament ou comme aliment. C'est pourquoi la société Tahitian Noni International a fait une demande pour établir le jus Tahitian Noni[®] comme « novel food » c'est à dire comme nouvel aliment.

Rappelons ce qu'est selon l'AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments) un nouvel aliment :

« Les nouveaux aliments (novel food) sont des ingrédients ou aliments dont la consommation dans la Communauté européenne a été négligeable ou inexistante jusqu'à présent. Ces aliments peuvent être d'origine végétale ou animale ou issus de la recherche scientifique et technologique, ils font partis de l'innovation technologique dans le domaine agroalimentaire.[...]

Pour qu'un aliment nouveau soit mis sur le marché, il lui faut satisfaire certains critères

- Innocuité : c'est-à-dire ne pas présenter de danger pour le consommateur (études de toxicité).
- Transparence : ne pas induire le consommateur en erreur, lui donner les moyens de connaître la composition et les effets réels d'un nouvel aliment (étiquetage).
- Nutrition : ne pas créer d'inconvénients nutritionnels pour le consommateur (trop grande différence nutritionnelle entre le nouveau produit et celui qu'il est censé remplacer). »

❑ En effet, le 5 décembre 2002, le *Scientific Committee of Food* a établi un rapport d'évaluation de la sécurité pour les consommateurs sur le jus de fruit pasteurisé Tahitian Noni[®], à savoir un mélange de 89% de purée de noni et de 11% de jus de raisin et de myrtilles, à raison de 30 ml par jour. Les experts se sont accordés à dire que 30 ml était une dose journalière recommandée peu commune pour un jus de fruit. Le comité a conclu qu'il n'y avait pas d'effets indésirables suite aux études sur animaux de laboratoire sur la toxicité subaiguë et subchronique, sur l'allergénicité et sur la génotoxicité. (European commission, 2002)

❑ Les données présentées sont :

-*Toxicité aigüe*, voie orale chez le rat : Dose létale 50 = Dose entraînant la mort de 50% de la population exposée :

DL₅₀ > 15000 mg/kg pour le jus Tahitian Noni[®]

-*Toxicité subaiguë*, voie orale chez le rat, ils reçoivent pendant 28 jours 1000 mg/kg/jour d'extrait aqueux de fruit contenant 5,1% de matière sèche :

Il n'y a eu aucun signe de toxicité.

-*Toxicité subchronique*, voie orale chez le rat pendant 13 semaines a permis de fixer la NOAEL (No Observed Adverse Effects Level) c'est-à-dire la dose sans effets nocif observé :

NOAEL = 80 ml de Tahitian Noni[®]/kg/j

-*Allergénicité* : Aucune réaction allergique n'a été mise en évidence chez le cobaye que ce soit par gavage, par voie intra péritonéale ou par voie intraveineuse, mais ce résultat ne peut éliminer le risque chez l'homme.

-*Génotoxicité* : Les résultats sont négatifs pour trois méthodes différentes à savoir étude du gène HPRT sur des cellules de hamster V79, essais *in vivo* et *in vitro* sur des hépatocytes de rats et enfin test du micronucléus.

(West *et al.*, 2006)

❑ Le 5 juin 2003, au vu de ces résultats, le jus de fruit Tahitian Noni[®] est alors placé sur le marché de la Communauté européenne comme nouvel aliment et dans la catégorie des jus de fruit pasteurisés.

❑ Le 20 juin 2005, l'Austrian Competent Authority en Autriche, informe la Commission de d'un cas rapporté d'hépatotoxicité qui concernerait la sécurité de la consommation du jus de noni. L'AGES (Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH) sur demande de l'Austrian Competent Authority, a délivré en même temps une opinion comme quoi après analyse de jus de noni, les taux d'antraquinones (rubiadine et lucidine) étaient très faibles et la relation avec une hépatotoxicité était peu probable.

Compte tenu de ce cas rapporté, et d'autres plus récents, d'hépatotoxicité, ainsi que de l'opinion de l'AGES, la Communauté Européenne a demandé à l'EFSA (European Food Safety Authority) de revoir les éléments scientifiques et de considérer si le statut actuel doit ou non être amendé.

❑ Le rapport adopté par l'EFSA le 1^{er} septembre 2006, conclut qu'il n'y a aucune preuve convaincante pour une relation de cause à effet entre les hépatotoxicités décrites dans les cas rapportés et la consommation de jus de noni. (EFSA, 2006)

De plus une étude de toxicité a été effectuée sur l'homme (données non publiées : Mugglestone *et al.*, A single centre, double-blind three dose level, parallel group, placebo controlled safety study with TAHITIAN NONI[®] Juice in healthy subjects, BIBRA International Ltd. UK, 2003) dont les résultats non publiés ont été pris en compte dans ce rapport. L'étude a été menée pendant 28 jours sur 96 personnes réparties en trois groupes : un

témoin, trois recevant des doses de jus de noni différentes pouvant aller jusqu'à 750 ml par jour. Tous les effets indésirables ont été surveillés pendant 6 semaines. Le SCF en a conclu que même une consommation de 750 ml par jour de jus de noni était sûre. (West *et al.*, 2006) Le Panel de l'EFSA a conclu que sur la base de ces informations, il était improbable que la consommation de jus de noni aux doses recommandées, puisse induire des effets indésirables sur le foie humain. (EFSA, 2006)

□ Le 10 juillet 2008, le groupe scientifique de l'EFSA sur les produits diététiques, la nutrition et les allergies (NDA) a confirmé l'innocuité des feuilles de noni séchées et torréfiées pour la préparation d'infusions de thé aux niveaux d'ingestion prévus. (EFSA, 2008)

D) Le statut légal en France :

Le statut en France est le même que dans les autres pays d'Europe. Toutefois l'AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments) a émis plusieurs avis au sujet du noni qu'il est bon de rappeler.

❑ Le 13 janvier 2006, l'AFSSA répond à une demande d'évaluation de l'équivalence en substance d'un jus de noni de République Dominicaine avec le jus de Tahitian Noni International autorisé par décision du 5 juin 2003 du *Scientific Committee of Food* de la commission européenne. Elle conclut que ce jus de noni peut être considéré comme équivalent au jus Tahitian Noni®. La dose journalière recommandée devra être de 30 ml. (AFSSA, 2006(1))

❑ Le 9 mai 2006, l'AFSSA rend un avis sur l'évaluation initiale des autorités belges à propos de la mise sur le marché des feuilles de noni comme « nouvel aliment ». Etant donné que de nombreux types de produits sont concernés (feuilles sèches, feuilles torréfiées, suc...) que les études de toxicité n'ont pas été faites, que les données analytiques révèlent la présence de dérivés anthracéniques non identifiés, l'AFSSA conclut : « Bien que n'entrant pas dans le champ d'application du règlement « Nouvel ingrédient – Nouvel aliment », l'AFSSA estime que les allégations de santé relatives aux produits dérivés de feuille de noni et revendiquées sur les sites internet de vente de ces produits sont abusives et représentent un fort risque de tromperie du consommateur. » (AFSSA, 2006(2))

❑ Le 12 octobre 2007, l'AFSSA rend un avis sur la consommation des feuilles de noni comme nouvel aliment. Le pétitionnaire ayant apporté quelques points de clarté notamment sur la toxicité l'AFSSA émet un avis favorable pour la seule utilisation des feuilles sèches en consommation humaine. (AFSSA, 2007)

❑ Le 10 juillet 2008, l'AFSSA rend un avis positif sur l'Autorisation de mise sur le marché d'un nouvel aliment et d'un nouvel ingrédient alimentaire (purée et concentré) à base de *Morinda citrifolia*. L'AFSSA conclut qu'il faut bien noter que purée et concentré ne sont pas équivalents et que les quantités de fruit à incorporer dans un produit alimentaire doivent tenir compte de cette différence. De plus, un suivi des notifications de pharmacovigilance est nécessaire ainsi qu'une étude approfondie sur la nature, la teneur et la toxicité propre des anthraquinones spécifiques du fruit. (AFSSA, 2008)

PARTIE IV : COMPARAISON QUALITATIVE
DE DIFFÉRENTS JUS DE NONI

I) Jus de noni et contrôle qualité

Comme décrit précédemment, nous avons pu constater que le marché du jus de noni manquait largement d'harmonisation, principalement sur les méthodes d'obtention des jus.

En ce qui concerne la composition des produits finis et les appellations, une question vient alors se poser tout naturellement : ces différents jus de noni contiennent-ils tous les mêmes molécules ? Et par conséquent, ont-ils tous la même innocuité (ou action) sur l'organisme du consommateur ?

En effet, alors que les connaissances phytochimiques sur le noni ont considérablement augmentées depuis ces dernières années, la composition chimique des produits commercialisés n'est pas encore contrôlée. Ceci vient principalement du fait du statut légal des produits à base de noni (nouveaux aliments), et qu'il n'existe pas de méthodes analytiques validées pour déterminer des marqueurs majoritaires présentant une activité biologique et/ou permettant d'assurer l'identification, la certification et la traçabilité des produits commercialisés.

Deux études scientifiques se sont intéressées à comparer la composition de diverses spécialités à base de noni et commercialisés soit la marque leader (TNI) soit des jus achetés en Allemagne soit des jus achetés sur Internet. Les deux études proposent la mise en place de marqueurs spécifiques du jus de noni pour un meilleur suivi de la qualité tels que le 3-méthyl-1,3-butanediol. Potterat *et al.* a trouvé des conservateurs dans un jus « sans conservateurs ». De plus, l'acide aspérulosidique, l'acide deacétylasperulosidique, la rutine, des acides gras, les noniosides B et C et la scopolétine ont été trouvés dans tous les jus mais leur concentration variait considérablement. L'antraquinone alizarine n'a pas été détectée.

II) Objectifs de l'étude

Cette partie expérimentale vient finaliser une thèse jusque là bibliographique en tentant d'apporter des éléments de réponse concrets à cette question de la qualité et de l'harmonisation des jus de noni commercialisés sur le territoire français.

Le but de cette étude est donc la comparaison de jus commerciaux contenant du noni tous présentés sous la même appellation de « jus de Noni » ou « pur jus de Noni », bien que d'origines diverses et obtenus par des procédés différents, et ce afin de déterminer si leur composition est identique.

Nous avons donc comparé les profils de ces jus et tenté d'identifier quelques molécules présentes.

A ce jour, deux méthodes analytiques de contrôle de la composition du jus de Noni ont été décrites dans la littérature scientifique, et proposées comme méthodes de référence par les deux équipes ayant publié les résultats décrits ci-dessus :

- ❑ Les travaux de Potterat (2) *et al.*, en 2007, utilisant la CCM Haute Performance et le couplage CLHP-SM, (Chromatographie Liquide Haute Performance/Spectrométrie de Masse), ont proposé le suivi de quelques molécules pour évaluer les différences entre les produits mis sur le marché.
- ❑ Des analyses réalisées par Lachenmeier *et al.*, qui ont utilisé la CCM Haute Performance et le couplage HS-MEPS/CG/SM (« Head space » - Micro-extraction en Phase solide/Chromatographie gazeuse/Spectrométrie de masse) pour différencier divers jus de Noni par rapport à un échantillon de référence, sur la base de leur composition en produits volatils.

Nous nous sommes donc basés sur les méthodes décrites dans ces publications afin d'analyser les différents jus de noni en notre possession.

II) Jus de noni utilisés

Voici résumés dans un tableau les différents jus de noni utilisés au cours de cette expérience.

Tableau 16 : Caractéristiques des jus de noni utilisés

					
Appellation	Pur jus de noni	Jus de noni	Pur jus de noni	Jus de noni	Jus de noni Bio
Marque (Entreprise)	Bio-Réunion (Distillerie Vitry)	Noval (Laboratoire Api-Nature)	SuperDiet	Pacific Biotech	Natural Phyto
Origine	Réunion	Non renseigné	Tahiti	Tahiti	Tahiti
Méthode d'obtention	Imprégnation à la vapeur d'eau du fruit	Reconstitution à partir du fruit lyophilisé non fermenté de culture bio (25 g)	Pression mécanique des fruits	Non renseigné	Issu de la 1 ^{ère} pression à froid, décanté, filtré
Composition	100% <i>Morinda citrifolia</i> Bio	81,6% Jus de noni 8,4% jus de pommes concentré	Pur jus de noni bio, fruit exclusivement	99,6% Pur jus de noni Bio 0,2% Extrait naturel de framboise 0,2% Acide citrique	100% <i>Morinda citrifolia</i> nature, ni coupé, ni reconstitué
Présentation	Flacon plastique 250 mL Lot n°14046	Flacon en verre 500 mL Lot n°A0908	Ampoules en verre 15 mL Lot n°X506OA	Ampoules en verre 15 mL Lot n°NJ81	Ampoules en verre 15 mL Lot n°W6101C

					
Acquisition	Boutique à la Réunion	Boutique Bio	Pharmacie	Pharmacie	Internet
Aspect	Liquide marron foncé limpide, odeur nauséabonde	Liquide marron assez clair épais avec des morceaux, odeur nauséabonde	Liquide marron foncé, odeur nauséabonde forte	Liquide marron foncé un peu épais avec du dépôt, odeur de framboise	Liquide marron foncé, odeur nauséabonde
Mode d'emploi indiqué	2 à 3 cuillères à soupe le matin	10 à 20 ml par jour, une demi-heure avant le petit déjeuner, le déjeuner et le dîner.	1 à 2 ampoules par jour à prendre avant les principaux repas	2 ampoules par jour, 20 jours par mois si possible le matin à jeun. Il est possible de renouveler 3 fois de suite, ou plusieurs fois au cours de l'année.	1 à 2 ampoules par jour

On note déjà des différences concernant les méthodes d'obtention et la composition des jus utilisés, malgré des appellations laissant penser qu'ils sont identiques. Tous, excepté le Natural Phyto annoncent un fruit issu de l'agriculture Biologique. Pour ce qui est du mode d'emploi, la plupart indiquent la possibilité de diluer dans de l'eau ou du jus de fruit. Par contre seul la marque SuperDiet insiste sur les précautions d'emploi : « Déconseillé aux femmes enceintes. Ne pas consommer plus de 2 ampoules par jour. », ce qui correspond aux recommandations de l'AFSSA.

III) Préparation des échantillons

Les cinq échantillons ont été divisés en aliquots de 15 mL. Des extractions ont été réalisées par différents solvants en fonction de la polarité des composés que l'on voulait étudier (figure 50).

-Pour l'analyse des composés lipophiles une extraction à l'hexane a été réalisée.

-Le dichlorométhane, de polarité moyenne, a permis d'extraire les composés moins lipophiles.

-Une extraction sur phase solide (SPE C18) a permis de récupérer une première fraction contenant les composés très hydrophiles. Puis on a rincé à l'eau pour décrocher les composés très polaires restants (sucres...), et enfin on obtient les composés de polarité inférieure par lavage au méthanol.

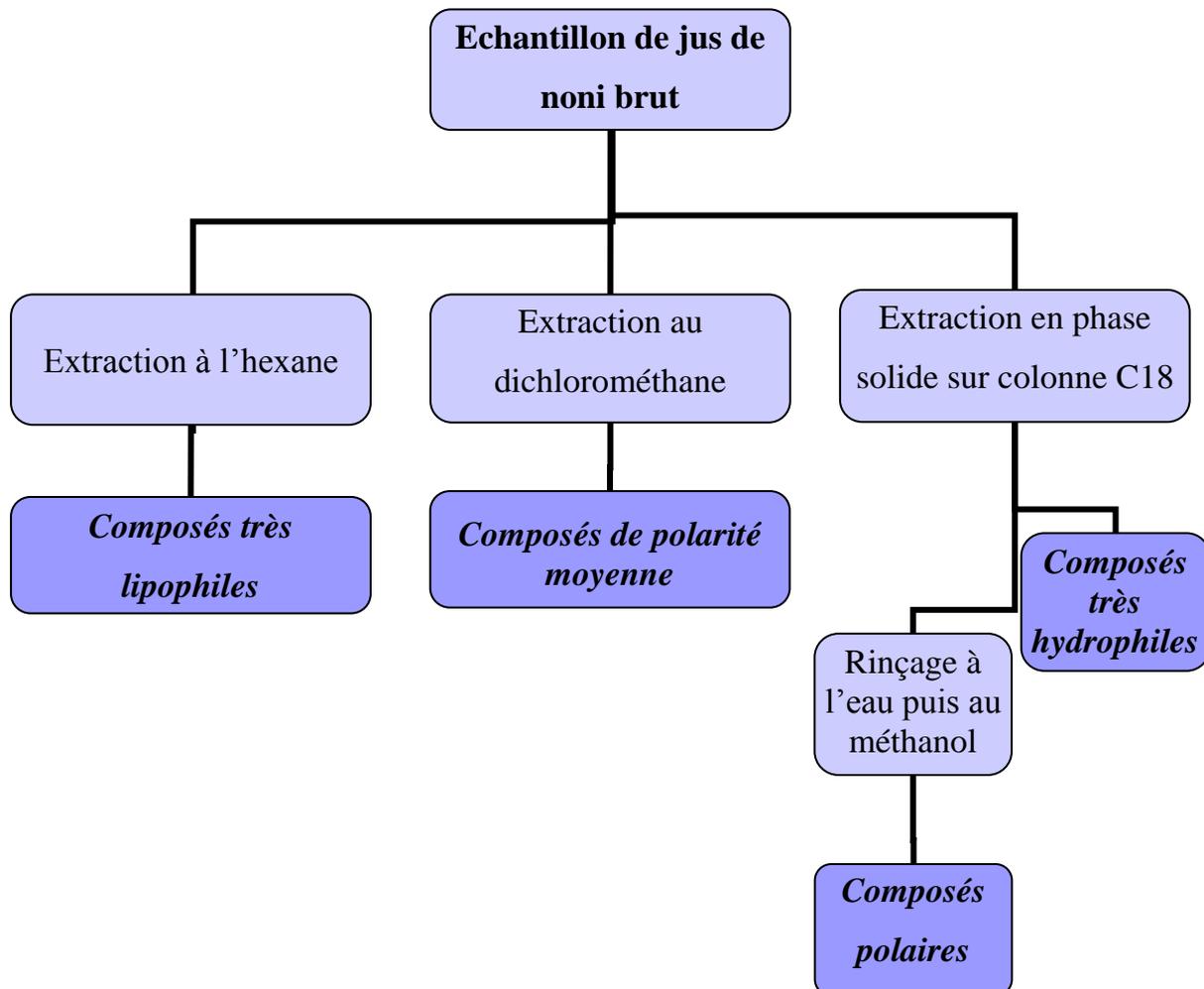


Figure 50 : Schéma d'obtention des différentes fractions à analyser

IV) Analyses par CCM

A) Matériel

Plaques chromatographiques : Alugram® SIL G /UV 254 réf 818133

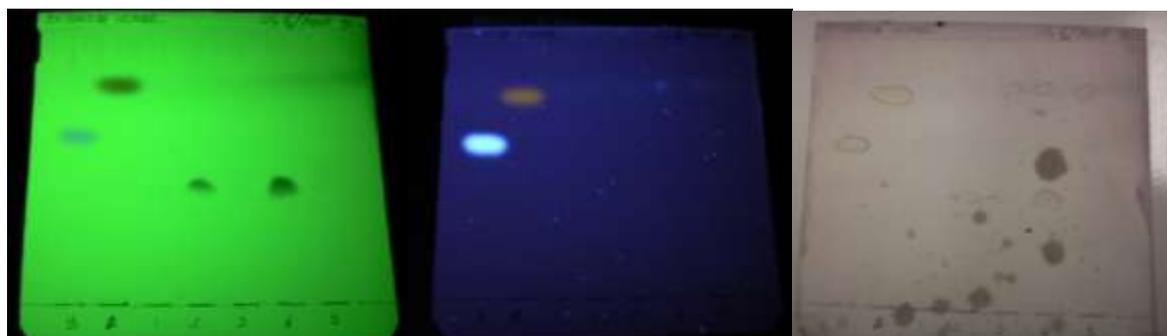
L'ordre des dépôts sur les plaques CCM est le suivant, de gauche à droite :

- Témoin de scopolétine
- Témoin de 1,8-dihydroxyanthraquinone
- jus de Noni Bio-Réunion
- jus de Noni Noval
- jus de Noni Superdiet
- jus de Noni Pacific-Biotech
- jus de Noni Natural Phyto

B) Résultats et interprétations

1) Extraction à l'hexane

L'extraction à l'hexane a permis d'étudier les composés lipophiles. L'observation sous UV 254 nm a permis de montrer la présence de composés de Rf 0,4 pour les dépôts des jus de marques Noval et Pacific Biotech. Ce composé semble totalement absent des extraits des trois autres jus.



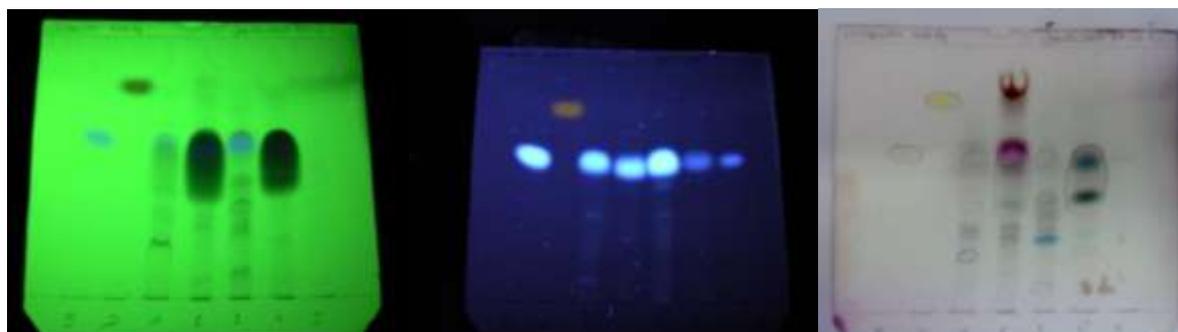
Observation UV 254 nm

Observation UV 365 nm

Révélation vanilline-acide
sulfurique

Figure 51 : Analyse CCM des extraits hexane (Phase mobile dichlorométhane/méthanol 90:10 (v/v)).

2) Extraction au dichlorométhane



Observation UV 254 nm

Observation UV 365 nm

Révélation vanilline-acide
sulfurique

Figure 52: Analyse CCM des extraits dichlorométhane (Phase mobile dichlorométhane-méthanol 90:10 (v/v))

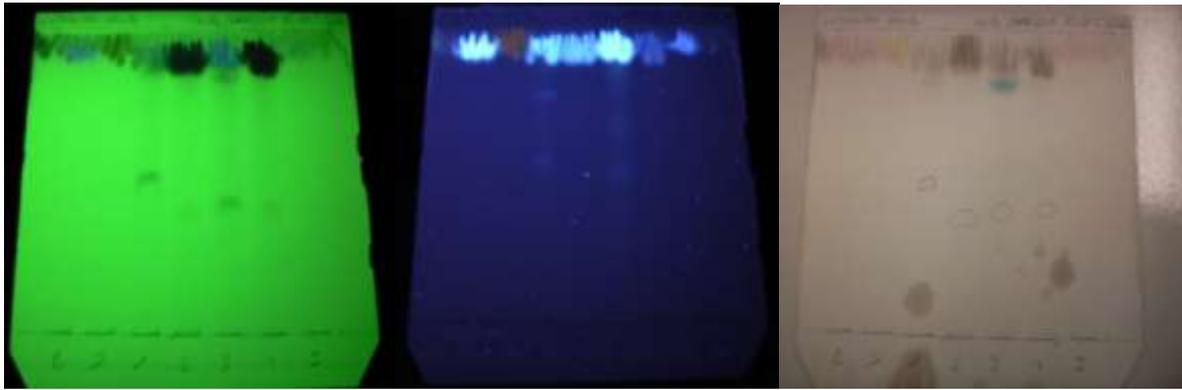
L'observation sous UV et après révélation met en évidence la présence de nombreux composés de polarité moyenne et montre des profils chromatographiques très différents entre les échantillons.

D'une part, le témoin de la scopolétine permet d'affirmer que celle-ci est présente dans tous les échantillons à des concentrations variables. En revanche, la 1,8-dihydroxyanthraquinone serait absente des cinq jus.

De plus, on observe un produit de Rf 0,21 commun aux cinq échantillons.

D'autre part, on observe également deux spots importants de Rf 0,49 sous UV 254 nm pour les échantillons de marques Noval et Pacific Biotech uniquement. Par comparaison avec les données présentées par Potterat *et al*, 2007, ces spots pourraient correspondre à de l'acide sorbique (mêmes Rf, absorbance et couleur après révélation par la vanilline).

Ces mêmes CCM ont été réalisées dans un système d'éluant ternaire : dichlorométhane/méthanol/eau 65 :30 :5 (v/v/v) (figure 53)



Observation UV 254 nm

Observation UV 365 nm

Révélation vanilline-acide
sulfurique

Figure 53 : Analyse CCM des extraits dichlorométhane (phase mobile :
dichlorométhane/méthanol/eau 65 :30 :5 (v/v/v)).

Ce système permet de mettre en évidence les composés les plus polaires qui n'auraient pas migré ou peu dans le système binaire précédent. Ainsi on observe un spot de Rf 0,39 commun à trois échantillons (Noval, Superdiet et Pacific Biotech).

3) Extraction sur colonne C18 : fraction polaire

Pour le système d'élution binaire (figure 54), on observe après révélation à la vanilline sulfurique, l'apparition de deux bandes bleues de Rf 0,28 ceci uniquement pour les jus de marques Superdiet et Natural Phyto.

L'autre élution (figure 55) a permis de démontrer la présence de plusieurs composés, dont deux spots allongés semblables pour les marques Noval et Pacific Biotech.



Observation UV 254 nm

Observation UV 365 nm

Révélation vanilline-acide
sulfurique

Figure 54 : analyse CCM des fractions polaires (Phase mobile dichlorométhane/méthanol
90:10 (v/v))



Observation UV 254 nm

Observation UV 365 nm

Révélation vanilline-acide
sulfurique

Figure 55 : CCM des fractions polaires (Phase mobile dichlorométhane-méthanol- eau
65:30:5 (v/v/v))

4) Extraction sur colonne C18 : fraction méthanolique

Dans le système dichlorométhane/méthanol (figure xx), la révélation à la vanilline sulfurique permet de mettre en évidence différentes bandes dont deux bandes caractéristiques de couleur bleue pour les jus de marques Superdiet et Natural Phyto. De plus, l'observation sous UV 254 nm révèle un spot caractéristique de Rf 0,37 pour le jus Pacific Biotech, qui semble être présent pour les jus Bio-Réunion et Noval mais d'intensité moins forte.

Dans l'autre système, l'observation sous UV 254 nm montre des spots de même Rf 0,90 pour tous les jus avec des intensités plus fortes pour les jus Noval et Pacific Biotech. Un autre produit de Rf 0,68 est également commun aux cinq échantillons.

D'autre part, on note la présence d'un produit de Rf 0,59 présent dans tous les jus de Noni, exceptés le jus Bio-Réunion.

La révélation à la vanilline révèle des similitudes entre les jus Noval et Pacific Biotech, ainsi que entre les jus Superdiet et Natural Phyto.

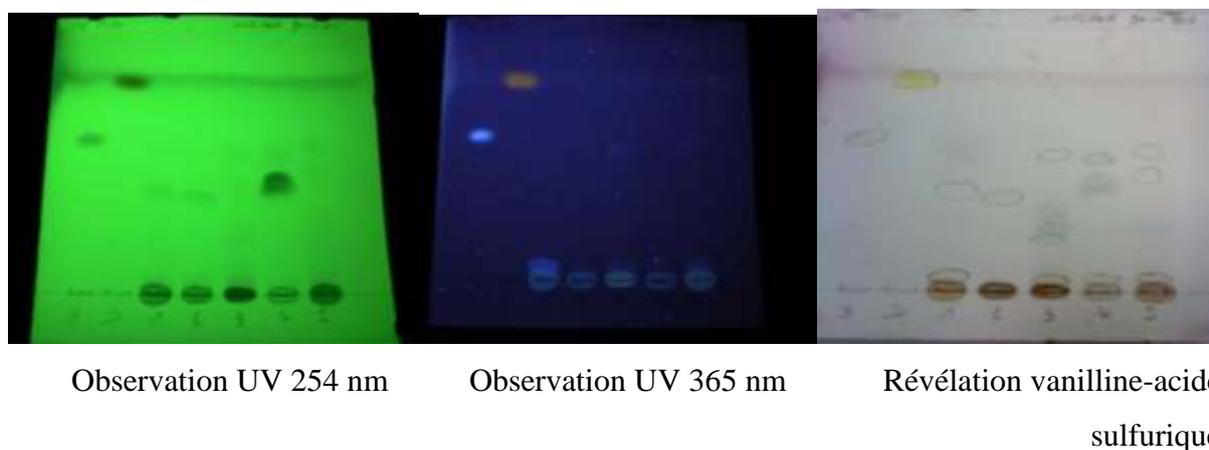


Figure 56 : Analyse CCM des extraits méthanolique (Phase mobile dichlorométhane/méthanol 90:10 (v/v))



Observation UV 254 nm

Observation UV 365 nm

Révélation vanilline-acide
sulfurique

Figure 57 : Analyse CCM des extraits méthanolique (Phase mobile dichlorométhane-méthanol - eau 65:30:5 (v/v/v))

5) Conclusion :

Les CCM ont mis en évidence des profils similaires pour les jus Noval et Pacific Biotech. En s'attardant sur leur composition, il s'avère que ceux-ci sont composés d'autres fruits, en l'occurrence de pomme et de framboise. De plus, ils pourraient contenir des conservateurs et notamment de l'acide sorbique.

Il semblerait que les jus Superdiet et Natural Phtyo aient également des profils semblables. Ceci pourrait être dû au fait qu'ils soient tous les deux obtenus par pression du fruit. Le jus Bio-Réunion semble se rapprocher de ces deux jus, mais avec un profil assez différent.

V) Analyses par CLHP-UV

Les extraits des cinq échantillons ont été analysés par CLHP-UV afin d'améliorer la comparaison des profils, cette technique étant a priori plus résolutive.

A) Méthode

Nous avons utilisé pour cette analyse en CLHP-UV la méthode décrite par Potterat *et al.*, 2007.

-Colonne Interchim A C18 Intersphère 5 μ m ;150 \times 4,6mm

-Phase mobile : eau contenant 0,1% d'acide formique (éluant A) et acétonitrile (éluant B)

-Gradient d'éluant : jusqu'à 7,5 min 5% à 25% de solvant B, de 7,5 min à 13 min 100% de solvant B, palier à 100% de B pendant 2 min, puis de 100% à 5% pendant 1 min, palier à 5% pendant 4 min.

-Débit : 1ml/min

-Volume d'injection : 20 μ l

Nous avons réalisé l'injection des fractions méthanoliques obtenues par extraction en phase solide (cf figure 50) ainsi que les échantillons de jus de fruits bruts dilués au 1/10e après les avoir filtrés sur des filtres de porosité 0,45 μ m.

Un témoin de scopolétine dans le méthanol a été injecté à la concentration de 0,1mg/ml.

Les détections ont été réalisées dans le spectre UV-Visible de 190 à 800 nm.

B) Résultats et interprétations

Les figures 58 et 59 présentent les chromatogrammes caractéristiques des fractions méthanoliques obtenus pour les extraits des jus Superdiet et Pacific Biotech. Les résultats des comparaisons des chromatogrammes des cinq échantillons sont présentés dans les tableaux 17 à 22 pour les fractions méthanoliques et dans les tableaux 23 à 27 pour les échantillons purs dilués au 1/10^{ème}.

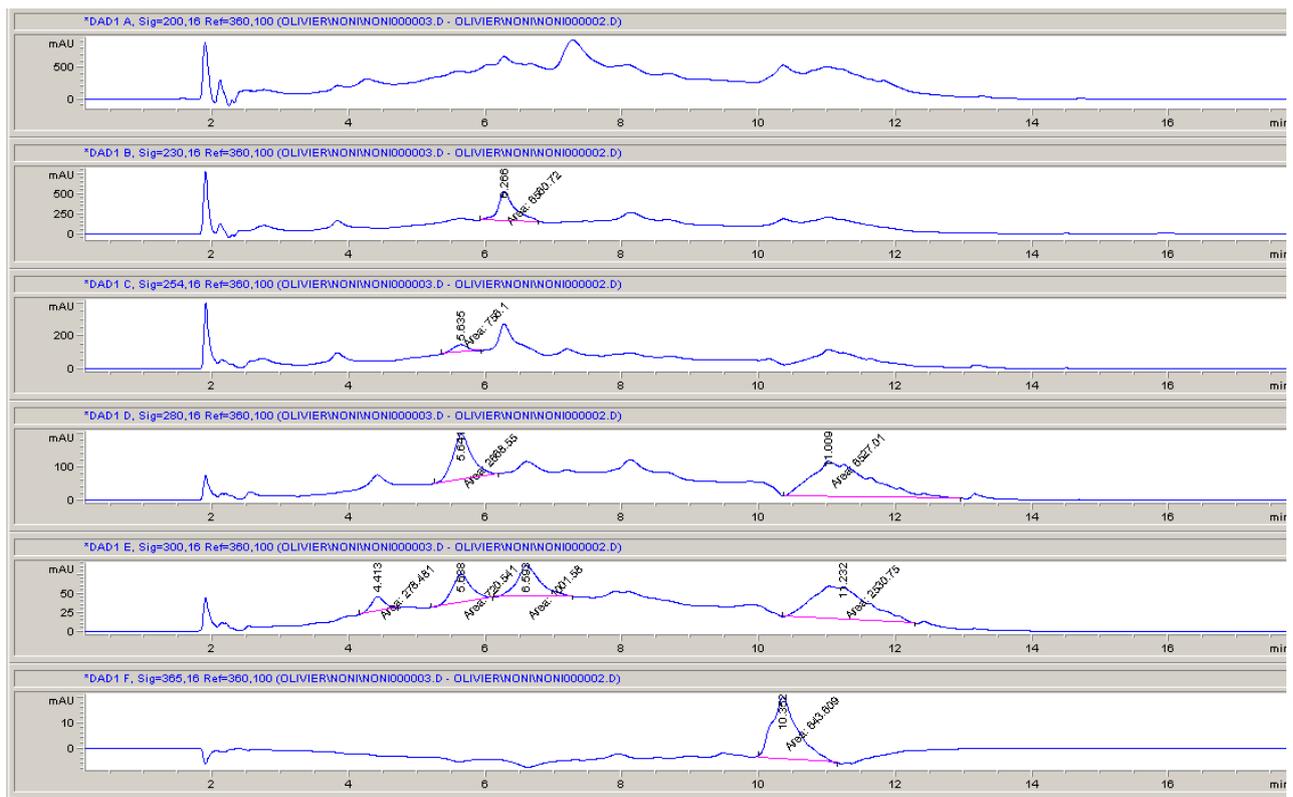


Figure 58 : Chromatogramme CLHP-UV de la fraction méthanolique du jus Superdiet à 200nm, 230nm, 254nm, 280nm, 300nm et 365nm

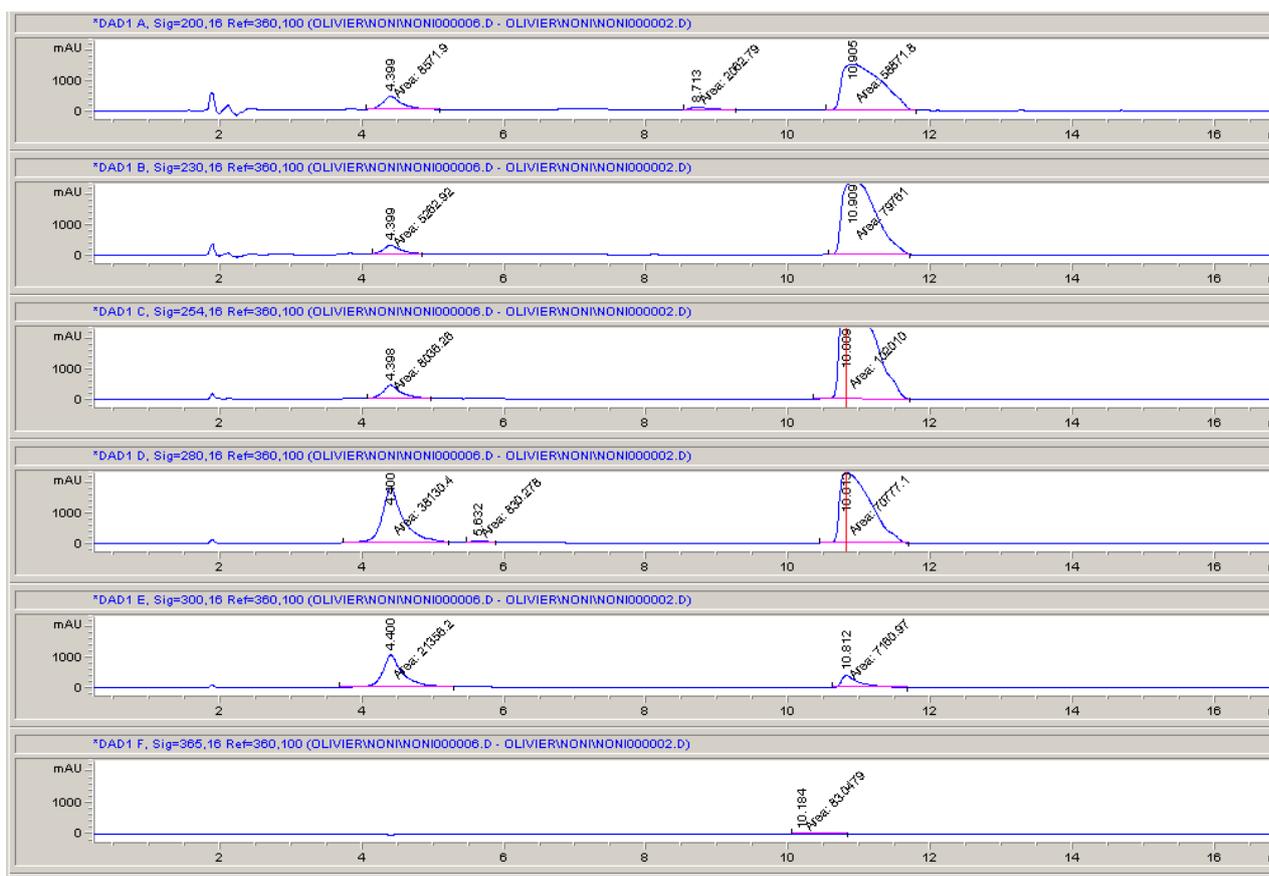


Figure 59 : Chromatogramme CLHP-UV de la fraction méthanolique du jus Superdiet à 200nm, 230nm, 254nm, 280nm, 300nm et 365nm

- **Fractions méthanoliques :**

Tableau 17 : Comparaison des chromatogrammes des fractions méthanoliques (FM) à 200 nm

$\lambda = 200 \text{ nm}$

tR (min)	Bio-Réunion	Noval	Superdiet	Pacific Biotech	Natural Phyto
3,8					
4,35					
5,55					
6					
6,25					
7,3					
8,1					
8,7					
9,5					
10,25					
10,4					
10,9					
11,3					
14,7					

Tableau 18 : Comparaison des chromatogrammes FM à 230 nm

$\lambda = 230 \text{ nm}$

tR (min)	Bio-Réunion	Noval	Superdiet	Pacific Biotech	Natural Phyto
2,7					
3,8					
4,4					
6,25					
7,6					
8,05					
10,3					
10,95					

Tableau 19 : Comparaison des chromatogrammes FM à 254 nm

$\lambda = 254 \text{ nm}$

tR (min)	Bio-Réunion	Noval	Superdiet	Pacific Biotech	Natural Phyto
2,7					
3,8					
4,4					
5,6					
6,2					
7,2					
7,9					
8,1					
8,7					
10,2					
10,9					
13,2					

Tableau 20 : Comparaison des chromatogrammes FM à 280 nm

$\lambda = 280 \text{ nm}$

tR (min)	Bio-Réunion	Noval	Superdiet	Pacific Biotech	Natural Phyto
4,4					
4,8					
5,6					
6,4					
6,6					
7,2					
8,15					
8,7					
10,85					
11					
13,2					

Tableau 21 : Comparaison des chromatogrammes FM à 300 nm

$\lambda = 300 \text{ nm}$

tR (min)	Bio-Réunion	Noval	Superdiet	Pacific Biotech	Natural Phyto
4					
4,4					
4,8					
5,65					
6,4					
6,6					
7,3					
7,9					
8,2					
10,9					
11					
11,2					

Tableau 22 : Comparaison des chromatogrammes FM à 365 nm

$\lambda = 365 \text{ nm}$

tR (min)	Bio-Réunion	Noval	Superdiet	Pacific Biotech	Natural Phyto
7,9					
8,9					
9,5					
10,3					
10,8					

La correspondance des temps de rétention du témoin avec celle des échantillons analysés semble confirmer la présence de scopolétine dans les cinq extraits. Ceci est confirmé par l'analyse des chromatogrammes à 365nm : le temps de rétention des échantillons et du témoin sont identiques. De plus, il s'avère que ces pics ont un spectre UV identique de celui de la scopolétine ce qui permet de confirmer la présence de scopolétine dans les 5 jus de Noni (tR=10,3 à 365nm). On observe également un produit de tR=10,9 min commun aux cinq extraits, et un autre de tR=11,2min commun aux jus Bio-Réunion, Superdiet et Natural Phyto. D'autre part, on observe des similitudes globales entre les analyses des jus Superdiet et Natural Phyto : ils possèdent tous les deux des pics de tR 5,5min et 6,5min dont les spectres UV-visible sont semblables. Le jus Pacific Biotech présente un pic original pour un tR de 4,4min. Il présente également un second pic remarquable pour un tR de 10,8 min, que l'on retrouve chez le jus Noval en plus faible quantité.

- Echantillons purs dilués au 1/10^{ème} :

Tableau 23 : Comparaison des chromatogrammes des échantillons dilués au 1/10^{ème} (E 1/10^{ème}) à 200 nm

$\lambda = 200 \text{ nm}$

tR (min)	Bio-Réunion	Noval	Superdiet	Pacific Biotech	Natural Phyto
2,2					
2,5					
3,5					
4,0					
4,2					
7,0					
8,4					
10,7					

Tableau 24 : Comparaison des chromatogrammes E 1/10^{ème} à 230 nm

$\lambda = 230 \text{ nm}$

tR (min)	Bio-Réunion	Noval	Superdiet	Pacific Biotech	Natural Phyto
2,5					
3,5					
4,2					
6					
10,7					

Tableau 25 : Comparaison des chromatogrammes E 1/10^{ème} à 254 nm

$\lambda = 254 \text{ nm}$

tR (min)	Bio-Réunion	Noval	Superdiet	Pacific Biotech	Natural Phyto
2,5					
3,5					
4,2					
5					
6					
10					
10,7					
11,5					
11,6					

Tableau 26 : Comparaison des chromatogrammes E 1/10^{ème} à 280 nm

$\lambda = 280 \text{ nm}$

tR (min)	Bio-Réunion	Noval	Superdiet	Pacific Biotech	Natural Phyto
4,1					
4,2					
4,5					
5					
5,4					
6,3					
7,9					
10,7					
10,9					
11,1					
11,6					

Tableau 27 : Comparaison des chromatogrammes E 1/10^{ème} à 300 nm

$\lambda = 300 \text{ nm}$

tR (min)	Bio-Réunion	Noval	Superdiet	Pacific Biotech	Natural Phyto
3,4					
3,75					
4,2					
4,5					
5					
5,4					
6,3					
7					
10,6					
11					
11,2					

Lors de cette analyse la présence de scopolétine n'a pas pu être mise en évidence, du fait de la complexité des échantillons. Néanmoins, d'une façon générale, les chromatogrammes obtenus ont confirmé les similitudes observées entre les jus Superdiet et Natural Phyto.

- **Conclusion**

Les extraits méthanoliques permettent une meilleure comparaison des profils que les échantillons purs dilués au 1/10^{ème}. On note des profils semblables entre les jus supplémentés en fruits qui présentent des pics de spectre UV-visible caractéristiques et communs, ainsi qu'entre les jus Bio-Réunion, Noval et Natural Phyto.

VI) Analyses par Chromatographie en Phase Gazeuse - Spectrométrie de Masse

Les extraits hexane des échantillons ont été analysés par CPG-SM afin d'essayer d'identifier les structures de certains composés volatils communs ou non aux cinq jus.

A) Méthode

Nous avons utilisé pour cette analyse par CPG-SM, la méthode décrite par Lachenmeier *et al.*, 2006.

- Colonne XTI 5 ; 30m × 250µm × 0,25µm
- Température initiale du four : 170°C puis gradient de 10°C par minute jusqu'à 300°C
- Débit du gaz vecteur : 0,5 ml/min
- Volume d'injection : 1µl en splitless

Des témoins d'esters d'acides gras (octanoate de méthyle, heptanoate de méthyle, hexanoate de méthyle et décanoate de méthyle) ont été injectés pour vérifier la fiabilité de la méthode. Ces témoins ont été choisis car la publication démontrait leur présence dans le jus de Noni. Après vérification de la fiabilité de la méthode, les extraits hexane des jus de Noni ont été analysés et comparés. Les spectres de masses obtenus pour chaque pic chromatographique ont été comparés avec une base de données (Nist MS search 2.0).

B) Résultats et interprétations

Les chromatogrammes obtenus sont présentés dans les figures 60 à 64 et le tableau XX

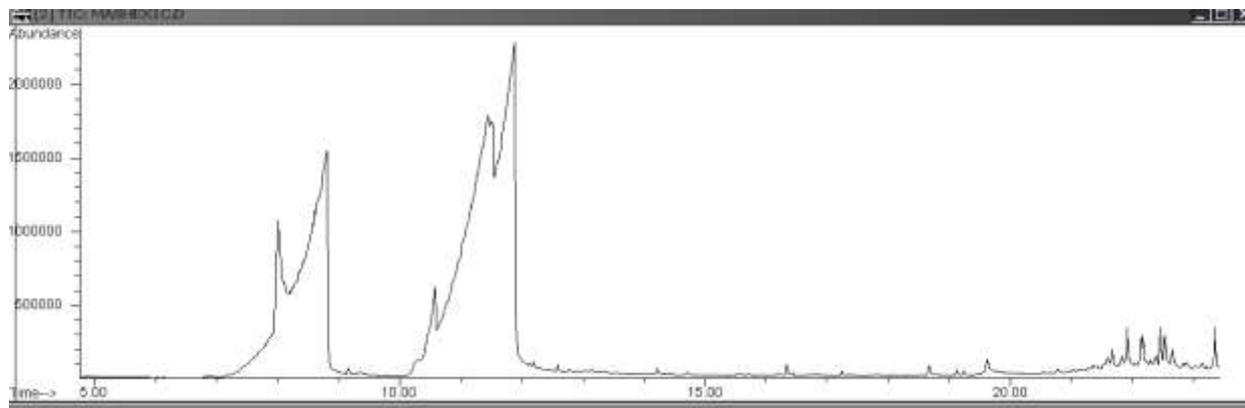


Figure 60 : Chromatogramme du jus de noni Bio-Réunion

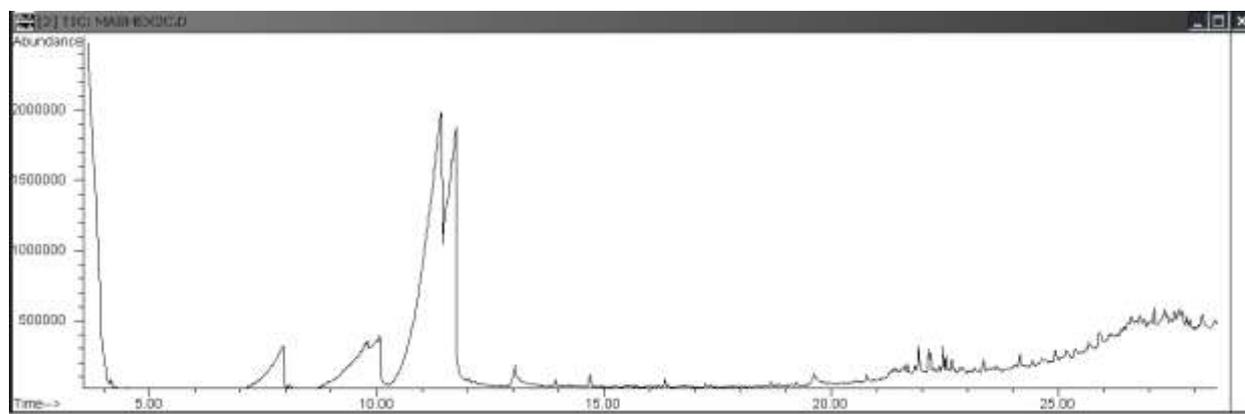


Figure 61 : Chromatogramme du jus de noni Noval

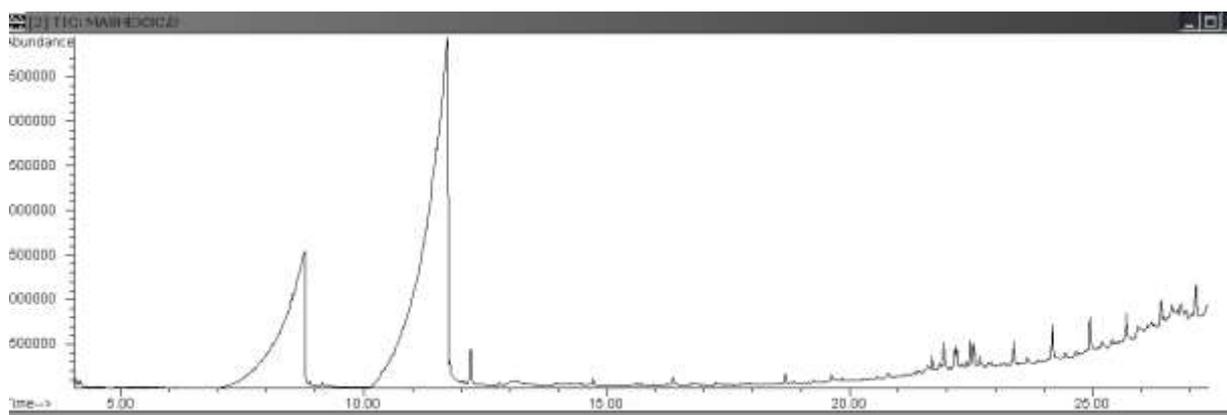


Figure 62 : Chromatogramme du jus de noni Superdiet

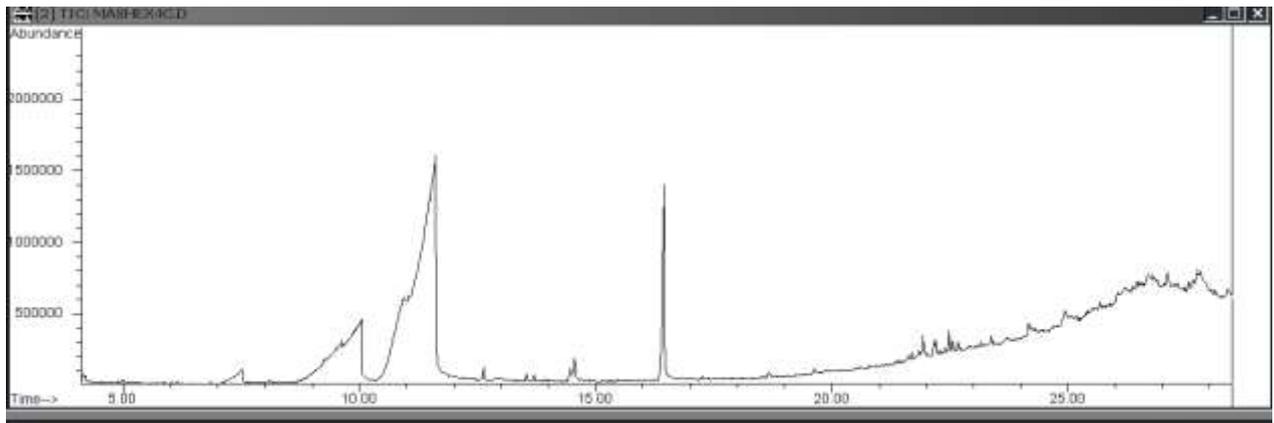


Figure 63 : Chromatogramme du jus de noni Pacific Biotech

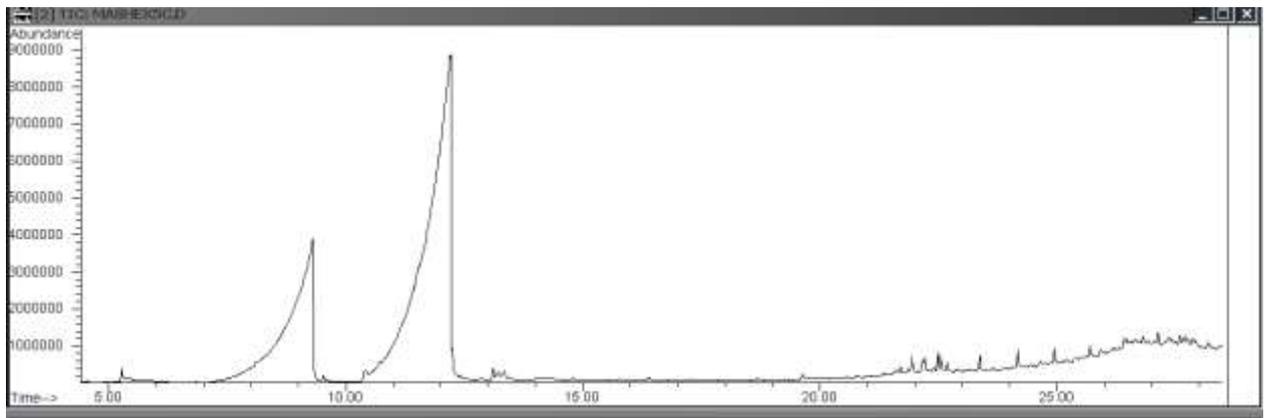


Figure 64 : Chromatogramme du jus de noni Natural Phyto

Tableau 28 : Comparaison de la présence des composés identifiés par CPG-SM dans les cinq échantillons

tR (min)	Nom chimique	Bio-Réunion	Noval	Superdiet	Pacific Biotech	Natural Phyto
7,8-8,7	acide hexanoïque					
9,7-10,0	acide sorbique					
11,4-11,7	acide octanoïque					
11,7	acide benzoïque					
12,2	décanoate de méthyle					
13,0	acide décanoïque					
16,4	citrate d'éthyle					

Deux groupes sont distingués :

- les jus Bio-Réunion, Superdiet et Natural Phtyo qui présentent deux massifs aux $t_R=8,2$ et $11,4\text{min}$
- les jus Noval et Pacific Biotech qui présentent un massif à $t_R=9,8\text{min}$

On observe essentiellement la présence d'acides gras tels que les acides hexanoïque, octanoïque, décanoïque et du décanoate de méthyle dans tous les jus de Noni. Leurs temps de rétention sont cohérents avec ceux des témoins, et de plus la fragmentation des pics est en adéquation avec celle de la base de données. D'autre part, la présence d'acide sorbique ($t_R=9,8\text{min}$ et $PM=112,1$) dans les jus Noval et Pacific Biotech est démontrée par la comparaison des pics de fragmentation répertoriés dans la base de données, ce qui confirme les résultats obtenus précédemment par CCM. De plus, la présence d'un autre conservateur, l'acide benzoïque, a été démontrée dans les mêmes jus. Enfin l'analyse d'un pic du chromatogramme du jus Pacific Biotech met en évidence du citrate d'éthyle, ce qui confirme l'étiquetage mentionnant l'addition d'acide citrique.

Remarque :

Cette analyse suivant la méthode décrite par Lachenmeier n' a pas permis d'obtenir des résultats entièrement satisfaisant (pics mal résolus), du fait de la différence de matrices analysées. En effet, cette méthode était adaptée pour un certain type d'extrait de jus (méthode par micro-extraction en phase solide, Head-Space) et ne semble pas reproductible pour les échantillons obtenus par extraction à l'hexane.

VII) Conclusion de l'étude

Cette étude a mis en évidence de nombreuses différences de composition entre les cinq jus de Noni analysés.

La CCM a permis d'établir les profils généraux des jus. Ceci a été plus approfondi avec la méthode en CLHP-UV qui a démontré des points communs entre les profils de certains jus. La GC-MS, quant à elle, a permis d'identifier quelques composés présents dans les échantillons, notamment la présence de conservateurs.

Nous avons noté qu'il existait un manque d'information concernant la méthode d'obtention du jus. Ceci pourrait être à l'origine des différences observées entre les cinq échantillons. Il a également été démontré des similitudes notamment entre les jus Superdiet et Natural Phyto qui sont obtenus par pression d'une part, et entre les jus Noval et Pacific Biotech tous deux supplémentés en fruits d'autre part. Le jus Bio-Réunion présente des points communs avec les jus Superdiet et Natural Phyto, mais sa méthode d'obtention – par imprégnation à la vapeur - le place dans un cas à part.

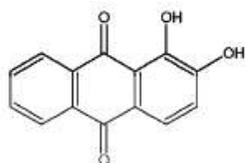
D'autre part, la présence de conservateurs a été détectée dans les deux jus additionnés d'autres fruits alors que ceci n'est pas mentionné sur l'étiquetage. On peut supposer que l'origine de ces conservateurs résulterait des fruits ajoutés au jus de Noni.

Conclusion

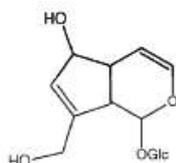
Le noni est donc une plante originale ayant un passé conséquent dans la médecine traditionnelle polynésienne où toutes les parties de cet arbuste étaient mises à profit pour traiter les maux les plus courants de l'époque. De nos jours, presque que le jus de fruit est utilisé, et pour des indications extrêmement diverses. En effet, depuis une dizaine d'années, ce produit a été l'objet d'allégations démesurées sur ses propriétés et sur la présence (toujours non prouvée) de « xéronine », une molécule qui serait à la base des vertus extraordinaires du jus de noni. Toutefois, aucune étude scientifique sur l'homme n'a abouti à l'heure actuelle et seules des études *in vitro* et *in vivo* sur l'animal ont été menées. Les résultats obtenus sont assez minces et mériteraient de plus amples explorations. L'AFSSA autorise aujourd'hui le commerce du jus de noni comme « nouvel aliment » dans la limite de 30 mL par jour, en raison des doutes qui planent sur son éventuelle toxicité hépatique s'il est consommé à doses importantes.

On peut donc dire qu'aujourd'hui sa réputation de plante « panacée » (antalgique, anticancéreux, antidiabétique, revitalisant...) est apparemment plus due à une opération marketing de ses revendeurs qu'à de réelles preuves scientifiques de bienfaits quelconques. Les ventes se multiplient surtout en Amérique du Nord et aussi partout dans le monde via Internet, et la Polynésie voit alors ses exportations de noni grimper en flèche avant d'être devancée par d'autres pays tels que le Mexique. Mais le noni est aussi victime de cette popularité et de son commerce porteur car le marché se retrouve envahi de jus non contrôlés, et loin d'être tous identiques. Nous avons pu le vérifier au cours de la partie expérimentale qui nous a bien montré la diversité de composition de jus se présentant pourtant de la même manière. On peut alors imaginer que dans un futur proche, la communauté scientifique en saura un peu plus sur cet plante exotique, et que des normes sur la fabrication de jus de noni et sur la qualité seront mises au point. Des méthodes utilisant des marqueurs spécifiques pourraient alors permettre de valider la qualité des jus du marché. Si ses vertus et son innocuité sont confirmées par des études plus poussées, le noni pourrait peut-être même rejoindre l'arsenal des plantes de phytothérapie.

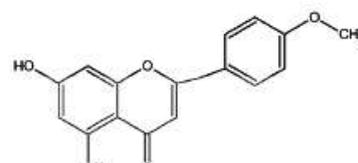
Annexes



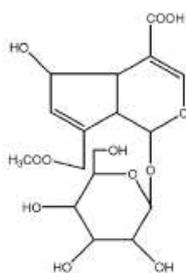
alizarin



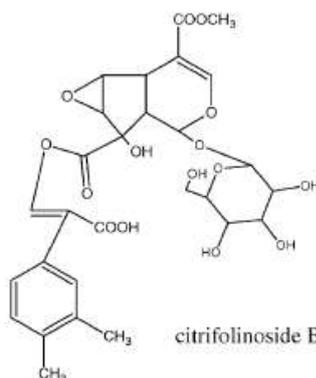
aucubin



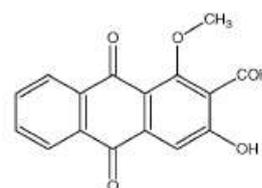
aracetin



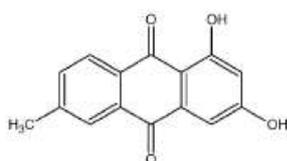
asperulosidic acid



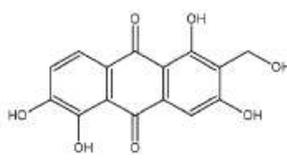
citrifolinoside B



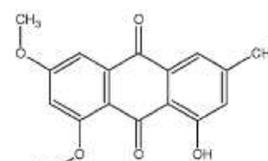
damnacanthal



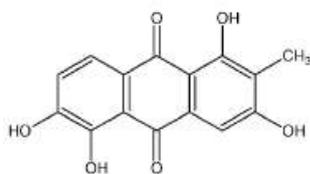
1,3-dihydroxy-6-methyl anthraquinone



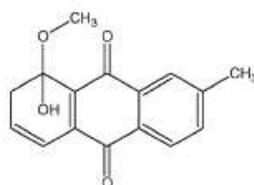
5,6-dihydroxylucidin



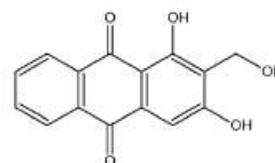
2-methyl-4-hydroxy-5,7-dimethoxyanthraquinone



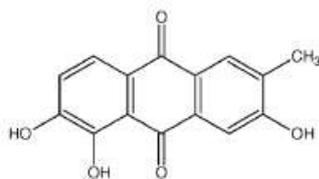
3-hydroxymorindone



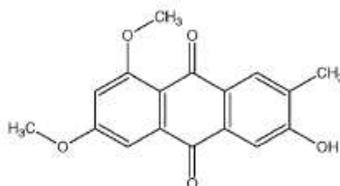
8-hydroxy-8-methoxy-2-methyl-anthraquinone



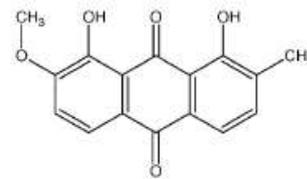
lucidin



2-methyl-3,5,6-trihydroxyanthraquinone

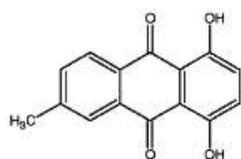


morenone 1

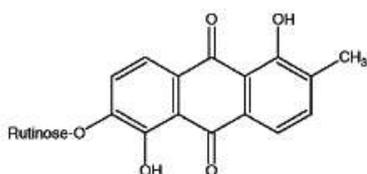


morenone 2

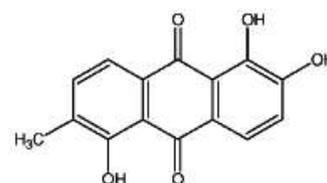
ANNEXE 1 : Structures chimiques de composés présents dans *Morinda citrifolia*



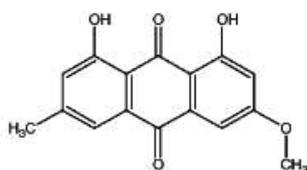
morindanidrine



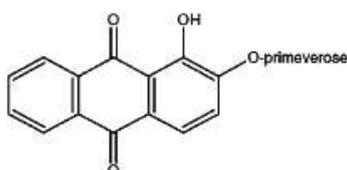
morindine



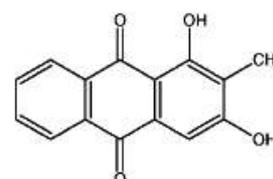
morindone



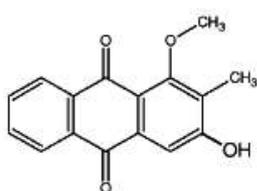
physcion



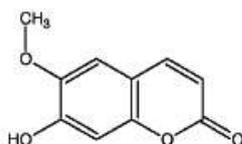
ruberythric acid



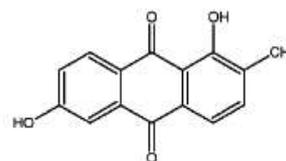
rubiadin



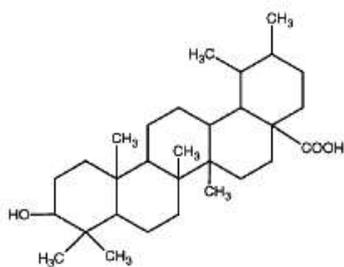
rubiadin monomethyl ether



scopoletin

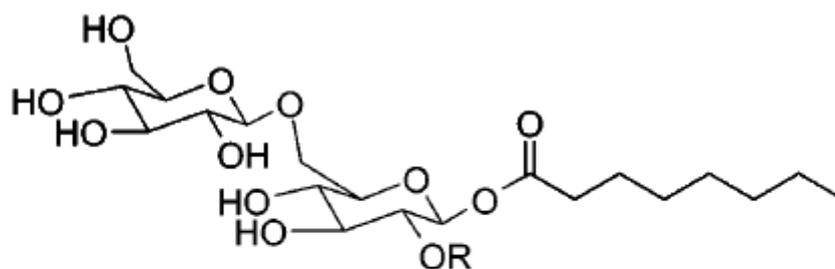


soranjidiol



ursolic acid

ANNEXE 1 (suite) : Structures chimiques de composés présents dans *Morinda citrifolia*



5 R = Glc

6 R = H

ANNEXE 2 : Nonioside B (5) et Nonioside C (6)

Table des figures

Figure 1 : aspect général de <i>Morinda citrifolia</i> (d'après Nelson).....	12
Figure 2 : Fleurs de noni (d'après Garnier).....	13
Figure 3 : Fruits de noni à différents stades de maturation (d'après Nelson)	13
Figure 4 : Fruit vert de noni (d'après Helga virtualtourist.com).....	14
Figure 5 : Fruit mou du noni (d'après Nelson).....	14
Figure 6 : Graine de noni (d'après Nelson).....	15
Figure 7 : Illustration de la flottaison des graines de noni (d'après Nelson).....	15
Figure 8 : Aspect de <i>Morinda citrifolia</i> var. <i>bracteata</i> (d'après McClatchey)	17
Figure 9 : Aspect de <i>Morinda citrifolia</i> cultivar. 'Potteri' (d'après Nelson).....	18
Figure 10 : Aspect comparatif entre <i>Morinda trimera</i> et <i>Morinda citrifolia</i> (d'après Wagner)	19
Figure 11 : Aspect général de <i>Morinda royoc</i> (d'après Murray)	20
Figure 12 : Répartition géographique actuelle de <i>Morinda citrifolia</i> (d'après www.quid.fr) ..	22
Figure 13 : Noni poussant dans une coulée de lave (d'après Nelson 2006).....	24
Figure 14 : Carte de la Polynésie (http://www.senat.fr/rap/r08-130/r08-1301.gif).....	27
Figure 15 : Comparatif de l'étendue de la Polynésie par rapport à l'Europe (d'après Polybref)	28
Figure 16 : Un fruit mûr de noni dans une passoire (d'après Nelson)	33
Figure 17 : Fruit de noni broyé à la main (d'après Nelson)	34
Figure 18 : Un jet d'eau puissant pour séparer graines et pulpe (d'après Nelson)	34
Figure 19 : Les graines adhèrent à la serviette (d'après Nelson)	34
Figure 20 : Graine de noni entière (d'après Nelson).....	36
Figure 21 : Graine de noni bien coupée (d'après Nelson).....	36
Figure 22 : Graine de noni coupée trop loin, on distingue l'embryon (d'après Nelson).....	36
Figure 23 : à gauche graines fraîches, à droite graines séchées (d'après Nelson)	37
Figure 24 : Une poignée de Vermiculite (d'après Nelson)	38
Figure 25 : Jeunes pousses dans un pot à semis rempli de Vermiculite (d'après Nelson).....	39

Figure 26 : Pousse avec une belle racine et quatre feuilles pouvant être repiqué en pot individuel (d'après Nelson).....	40
Figure 27 : Plants dans des pots à semis prêts pour la transplantation (d'après Nelson).....	41
Figure 28 : Pousses réalisées à partir de boutures de tiges (d'après Nelson).....	43
Figure 29 : Plants espacés de 12 pieds environ 1 an après la transplantation (d'après Nelson)	44
Figure 30 : Feuille touchée par l'antracnose (d'après Nelson)	47
Figure 31 : Feuille atteinte de criblure (d'après Nelson)	48
Figure 32 : Feuilles et fruits atteints par le Black Flag (d'après Nelson).....	48
Figure 33 : Pant de noni atteint de pourriture noire (d'après Nelson).....	49
Figure 34 : Tige de noni atteinte de chancre (d'après Nelson)	49
Figure 35 : à droite noni atteint par les nématodes à galle ; a gauche premiers symptômes sur des racines (d'après Nelson).....	50
Figure 36 : Arbre de noni colonisé par <i>Cassytha filiformis</i> (d'après Nelson)	51
Figure 37 : Paniers de fruits de noni à la pesée (d'après Nelson)	75
Figure 38 : Fruits de noni séchant à l'air (d'après Nelson).....	75
Figure 39 : Récipients de fermentation en plastique (d'après Nelson)	76
Figure 40 : Noni fermentant en jarre de verre au soleil (d'après kozadikki sur jus-de-noni.net)	76
Figure 41 : Jus de noni obtenu par la méthode traditionnelle (d'après Nelson).....	77
Figure 42 : Le siège social à Provo (d'après Tahitian Noni International sur www.flickr.com)	80
Figure 43 : Tahitian Noni Café à Provo (d'après Tahitian Noni International sur www.flickr.com)	81
Figure 44 : Usine à Tahiti (d'après Tahitian Noni International sur www.flickr.com)	81
Figure 45 : Répartition des exportations locales en 2007 (source ISPF/SCE).....	86
Figure 46 : Evolutions des produits locaux 2006/2007 (source ISPF/SCE)	86
Figure 47 : Evolutions des exportations de purée de noni (poids et F.CFP) (source ISPF/SCE)	87
Figure 48 : Evolution des exportations de jus de noni (en poids) (source ISPF/SCE)	89
Figure 49 : Evolution globale des exportations de noni (en F.CFP) (source ISPF/SCE)	90
Figure 50 : Schéma d'obtention des différentes fractions à analyser.....	135
Figure 51 : Analyse CCM des extraits hexane (Phase mobile dichlorométhane/méthanol 90:10 (v/v)).....	136

Figure 52: Analyse CCM des extraits dichlorométhane (Phase mobile dichlorométhane-méthanol 90:10 (v/v)).....	137
Figure 53 : Analyse CCM des extraits dichlorométhane (phase mobile : dichlorométhane/méthanol/eau 65 :30 :5 (v/v/v)).....	138
Figure 54 : analyse CCM des fractions polaires (Phase mobile dichlorométhane/méthanol 90:10 (v/v)).....	139
Figure 55 : CCM des fractions polaires (Phase mobile dichlorométhane-méthanol- eau 65:30:5 (v/v/v))	139
Figure 56 : Analyse CCM des extraits méthanolique (Phase mobile dichlorométhane/méthanol 90:10 (v/v)).....	140
Figure 57 : Analyse CCM des extraits méthanolique (Phase mobile dichlorométhane-méthanol - eau 65:30:5 (v/v/v)).....	141
Figure 58 : Chromatogramme CLHP-UV de la fraction méthanolique du jus Superdiet à 200nm, 230nm, 254nm, 280nm, 300nm et 365nm	143
Figure 59 : Chromatogramme CLHP-UV de la fraction méthanolique du jus Superdiet à 200nm, 230nm, 254nm, 280nm, 300nm et 365nm	144
Figure 60 : Chromatogramme du jus de noni Bio-Réunion.....	150
Figure 61 : Chromatogramme du jus de noni Noval.....	150
Figure 62 : Chromatogramme du jus de noni Superdiet	150
Figure 63 : Chromatogramme du jus de noni Pacific Biotech	151
Figure 64 : Chromatogramme du jus de noni Natural Phyto	151

Table des tableaux

Tableau 1 : Géographie de la Polynésie (Source : Institut de la Statistique de la Polynésie Française)	28
Tableau 2 : Le climat à Tahiti en 2007 (Source : Service de Météorologie)	29
Tableau 3 : Taux de change entre le F.CFP (Franc de la Compagnie Française du Pacifique) et l'Euro (Source : Banque de Polynésie)	29
Tableau 4 : Comptes économiques en 2005 (Source : Institut de la Statistique de la Polynésie Française)	29
Tableau 5 : Nombre de professionnels de santé (Source : Ordre national des Médecins, des Chirurgiens-dentistes, Direction de la Santé).....	30
Tableau 6 : Rendement possible du noni à différents stades de croissance	46
Tableau 7 : Utilisations traditionnelles du fruit de <i>Morinda citrifolia</i>	58
Tableau 8 : Utilisations traditionnelles des feuilles de <i>Morinda citrifolia</i>	62
Tableau 9 : Utilisations traditionnelles des racines de <i>Morinda citrifolia</i>	67
Tableau 10 : Utilisations traditionnelles de l'écorce de <i>Morinda citrifolia</i>	69
Tableau 11 : Utilisations traditionnelles des fleurs de <i>Morinda citrifolia</i>	70
Tableau 12 : Utilisations traditionnelles des graines de <i>Morinda citrifolia</i>	71
Tableau 13 : Utilisations traditionnelles des tiges de <i>Morinda citrifolia</i>	71
Tableau 14 : Utilisations traditionnelles de <i>Morinda citrifolia</i> dans son entier	71
Tableau 15 : Liste des composés retrouvés dans les différentes parties du noni et leur poids moléculaire	95
Tableau 16 : Caractéristiques des jus de noni utilisés	133
Tableau 17 : Comparaison des chromatogrammes des fractions méthanoliques (FM) à 200 nm	144
Tableau 18 : Comparaison des chromatogrammes FM à 230 nm	145
Tableau 19 : Comparaison des chromatogrammes FM à 254 nm	145
Tableau 20 : Comparaison des chromatogrammes FM à 280 nm	145
Tableau 21 : Comparaison des chromatogrammes FM à 300 nm	146
Tableau 22 : Comparaison des chromatogrammes FM à 365 nm	146

Tableau 23 : Comparaison des chromatogrammes des échantillons dilués au 1/10 ^{ème} (E 1/10 ^{ème}) à 200 nm	147
Tableau 24 : Comparaison des chromatogrammes E 1/10 ^{ème} à 230 nm.....	147
Tableau 25 : Comparaison des chromatogrammes E 1/10 ^{ème} à 254 nm.....	147
Tableau 26 : Comparaison des chromatogrammes E 1/10 ^{ème} à 280 nm.....	147
Tableau 27 : Comparaison des chromatogrammes E 1/10 ^{ème} à 300 nm.....	148
Tableau 28 : Comparaison de la présence des composés identifiés par CPG-SM dans les cinq échantillons.....	151

Bibliographie

ABBOTT I.A., SHIMAZU C., 1985, The geographic origin of the plants commonly used for medicines by Hawaiians.

Journal of Ethnopharmacology, **14**, p.213-222

AFSSA, 13 janvier 2006, Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à une demande d'évaluation de l'équivalence en substance d'un jus de noni de République Dominicaine avec un autre jus de noni autorisé par décision du 5 juin 2003 du Comité Scientifique de l'Alimentation Humaine de la Commission européenne.

Saisine n° 2005-SA-0223, www.afssa.fr, consulté le 21 février 2009

AFSSA, 9 mai 2006, Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à l'évaluation de la mise sur le marché de feuilles de *Morinda citrifolia* L. (noni) en tant que nouvel aliment : évaluation du rapport initial émis par les Autorités belges.

Saisine n° 2006-SA-0123, www.afssa.fr, consulté le 1^{er} avril 2009

AFSSA, 12 octobre 2007, Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à l'évaluation du rapport initial établi par les autorités belges concernant la consommation de feuilles de *Morinda citrifolia* L. (Noni) en tant que nouvel aliment.

Saisine n° 2006-SA-0170, www.afssa.fr, consulté le 7 janvier 2009

AFSSA, 10 juillet 2008, Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à Demande d'évaluation des données complémentaires transmises en réponse aux commentaires formulés par les états membres dans le cadre de l'examen d'un dossier de demande d'autorisation de mise sur le marché d'un nouvel aliment et d'un nouvel ingrédient alimentaire (purée et concentré) à base de *Morinda citrifolia*, dans le cadre du règlement CE 258/97.

Saisine n° 2007-SA-0360, www.afssa.fr, consulté le 16 septembre 2008

- BARBARA FAHS M.A., 2003, Noni Needn't Taste Nasty.
Proceedings of the 2002 Hawai'i Noni Conference, S.C. Nelson (ed.), University of Hawaii at Manoa, College of Tropical Agriculture and Human Resources, p.17-19
- BAO-NING SU, PAWLUS A.D., HYUN-AH JUNG, KELLER W.J., MCLAUGHLIN J.L., DOUGLAS KINGHORN A., 2005, Chemical Constituents of the Fruits of *Morinda citrifolia* (Noni) and Their Antioxidant Activity.
Journal of Natural Products, **68**(4), p.592-595
- BUSHNELL O.A., FUKUDA M., MAKINODAN T., 1950, The antibacterial properties of some plants found in Hawaii.
Pacific Science, **4**(3), p.167-183
- CARR M.E., KLOTZ J., BERGERON M., 2004, Coumadin resistance and the vitamin supplement « Noni ».
American Journal of Hematology, **77**(1), p.103-104
- CHAN-BLANCO Y., VAILLANT F., MERCEDES PEREZ A., REYNES M., BRILLOUET JM., BRAT P., 2006, The noni fruit (*Morinda citrifolia* L.): A review of agricultural research, nutritional and therapeutic properties.
Journal of Food Composition and Analysis, **19**(6-7), p.645-654
- DE BOVIS E., 1855, Revue coloniale, Tome XIV, p.402
- DIXON, A.R., MC MILLEN H., ETKIN N.L., 1999, Ferment this: The transformation of noni, a traditional Polynesian medicine (*Morinda citrifolia*, Rubiceae).
Economic Botany, **53**(1), p.51-68
- EFSA, European Food Safety Authority, 2006, Opinion on a request from the Commission related to the safety of noni juice (juice of the fruit of *Morinda citrifolia*), Request N°EFSA-Q-2005-236, adopted on 1 September 2006
The EFSA Journal, **376**, p.1-12

EFSA, European Food Safety Authority, 2008, Safety of 'leaves from *Morinda citrifolia* L.' Scientific Opinion of the Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies, 10 juillet 2008 The EFSA Journal, **769**, p.1-17

ETKIN N.L., MC MILLEN H.L., 2003, The Ethnobotany of Noni (*Morinda citrifolia* L., Rubiaceae): Dwelling in the Land between Lā'au Lapa'au and TestiNONIals. Proceedings of the 2002 Hawai'i Noni Conference, S.C. Nelson (ed.), University of Hawaii at Manoa, College of Tropical Agriculture and Human Resources, p.11-16

EUROPEAN COMMISSION, 2002, HEALTH & CONSUMER PROTECTION DIRECTORATE-GENERAL, Opinion of the Scientific Committee on Food on Tahitian Noni® juice (expressed on 4 December 2002), http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out151_en.pdf, consulté le 1er avril 2009

EUROPEAN COMMISSION, juin 2003, Commission Decision of 5 June 2003 authorising the placing on the market of 'noni juice' (juice of the fruit of *Morinda citrifolia* L.) as a novel food ingredient under Regulation (EC) No 258/97 of the European Parliament and of the Council Official Journal of the European Union, http://www.fsai.ie/uploadedFiles/Legislation/Food_Legislation_Links/Novel_Foods_And_Ingredients/Dec2003.426.pdf, consulté le 3 octobre 2008

FARINE J.P., MORETEAU B., LE QUERE J.-L., 1996, Volatile components of ripe fruits of *Morinda citrifolia* and their effects on *Drosophila*. Phytochemistry, **41**(2), p.433-438,

FURUSAWA E., HIRAZUMI A., STORY S., JENSEN J., 2003, Antitumour Potential of a Polysaccharide-rich Substance from the Fruit Juice of *Morinda citrifolia* (Noni) on Sarcoma 180 Ascites Tumour in Mice. Phytotherapy Research, **17**(10), p.1158-1164

GARNIER C., 20 août 1997, Note technique n°11 du département de la Recherche Agronomique Appliquée.

[http://www.agriculture.gov.pf/UserFiles/La%20culture%20noni\(1\).pdf](http://www.agriculture.gov.pf/UserFiles/La%20culture%20noni(1).pdf), consulté le 18 septembre 2008

HARADA S., HAMABE W., KAMIYA K., SATAKE T., YAMAMOTO J., TOKUYAMAC., 2009, Preventive Effect of *Morinda citrifolia* Fruit Juice on Neuronal Damage Induced by Focal Ischemia.

Biological and Pharmaceutical Bulletin, **32**(3), p.405-409

HEINICKE R.M. (1), 1985, The pharmacologically active ingredient of noni.

Pacific Tropical Botanical Garden Bulletin; **15**(1), p.10-14

HEINICKE R.M. (2), 24 septembre 1985, Xeronine, a new alkaloid, useful in medical, food and industrial fields.

United States Patent, 4409144, <http://www.freepatentsonline.com/4409144.html>, consulté le 26 septembre 2008

HIRAZUMI A., FURUSAWA E., 1999, An Immunomodulatory Polysaccharide-Rich Substance from the Fruit Juice of *Morinda citrifolia* (Noni) with Antitumour Activity.

Phytotherapy Research, **13**(5), p.380-387

HONICK C.A., MYERS A., SADOWSKA-KROWICKA H., ANTHONY C.T., WOLTERING E.A., 2003, Inhibition of angiogenic initiation and disruption of newly established human vascular networks by juice from *Morinda citrifolia* (noni).

Angiogenesis, **6**(2), p.143-149

IEOM, Institut d'Emission d'Outre-Mer, Les industries agroalimentaires en Polynésie Française.

Agence de Papeete, février 2007 disponible sur www.IEOM.fr, consulté le 31 mars 2009

IEOM, Institut d'Emission d'Outre-Mer, La Polynésie française en 2007 édition 2008

http://www.ieom.fr/upload/RA2007_POLYNESIE.pdf, consulté le 31 mars 2009

INTEGRATED TAXONOMIC INFORMATION SYSTEM,

http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=35070

consulté le 25 septembre 2008.

ISSELL B. F., GOTAY C., PAGANO I., FRANKE A., 2005, Quality of life measures in a phase I trial of noni.

Journal of Clinical Oncology, American Society of Clinical Oncology, Annual Meeting Proceedings, **23**(16S): 8217

KAMIYA K., HAMABE W., HARADA S., MURAKAMI R., TOKUYAMA S., SATAKE T., 2008, Chemical Constituents of *Morinda citrifolia* Roots Exhibit Hypoglycemic Effects in Streptozotocin-Induced Diabetic Mice

Biological and Pharmaceutical Bulletin, **31**(5), p.935-938

KIM S.W., JO B.K., JEONG J.H., CHOI S.U., HWANG Y.I., 2005, Induction of Extracellular Matrix Synthesis in Normal Human Fibroblasts by Anthraquinone Isolated from *Morinda citrifolia* (Noni) Fruit.

Journal of Medicinal Food, **8**(4), p.552-555

KRAUSS H.B., NOYAS M., 2001, Plantes in Hawaii Medicine. p.94-98

LACHENMEIER K., MUSSHOFF F., MADEA B., REUSCH H., LACHENMEIER D.W., 2006, Authentication of Noni (*Morinda citrifolia*) juice.

Deutsche Lebensmittel-Rundschau, **102** (2), p.58-61

LI R.W., MEYERS S.P., LEACH D.N., LIN G.D., LEACH D., 2003, A cross-cultural study: Anti-inflammatory activity of Australian and Chinese plants.

Journal of Ethnopharmacology, **85**(1), p.25-32

LIU G., BODE A., MA W.-Y., SANG S., HO C.-T., DONG Z., 2001, Two Novel Glycosides from the Fruits of *Morinda Citrifolia* (Noni) Inhibit AP-1 Transactivation and Cell Transformation in the Mouse Epidermal JB6 Cell Line1.

Cancer Research, **61**, p.5749-5756

LOCHER C.P., BURCH M.T., MOWER H.F., BERESTECKY J., DAVIS H., VAN POEL B., LASURE A., VANDEN BERGHE D.A., VLIETINCK A.J., 1995, Anti-microbial activity and anti-complement activity of extracts obtained from selected Hawaiian medicinal plants. *Journal of Ethnopharmacology*, **49**(1), p.23-32

LOCHER C.P., WITVROUW M., DE BETHUNE M.-P., BURCH M.T., MOWER H.F., DAVIS H., LASURE A., PAUWELS R., DE CLERCQ E., VLIETINCK A.J., 1996, Antiviral activity of Hawaiian medicinal plants against human immunodeficiency virus type-1 (HIV-1). *Phytomedicine*, **2**(3), p.259-264

LOPEZ-CEPERO ANDRADA J.M., LERMA CASTILLA S., FERNANDEZ OLVERA M.D., AMAYA VIDAL A., 2007, Hepatotoxicidad grave asociada al consumo de Noni (*Morinda citrifolia*)
Revista Española De Enfermedades Digestivas, **99**(3), p.179-181

MC CLATCHEY W.C., 2002, From Polynesian healers to Health Food Stores: Changing Perspectives of *Morinda citrifolia* (Rubiaceae).
Integrative Cancer Therapies **1**(2), p110-120

MC CLATCHEY W.C., 2003, Diversity of growth Forms and Uses in the *Morinda citrifolia* L. Complex.
Proceedings of the 2002 Hawai'i Noni Conference, S.C. Nelson (ed.), University of Hawaii at Manoa, College of Tropical Agriculture and Human Resources, p.5-10

MILLONIG G., STADLMANN S., WOLFGANG V., 2005, Herbal hepatotoxicity: acute hepatitis caused by a Noni preparation (*Morinda citrifolia*).
European Journal of Gastroenterology and Hepatology, **17**(4), p.445-447

MORTON J.F., 1992, The ocean-going noni, or Indian Mulberry (*Morinda citrifolia*, Rubiaceae) and some of its "Colorful" Relatives.
Economic Botany, **46**(3), p.241-256

MUELLER B.A., SCOTT M.K., SOWINSKI K.M., PRAG K.A., 2000, Noni Juice (*Morinda citrifolia*): Hidden Potential for Hyperkalemia?
American journal of Kidney Diseases, **35**(2), p.310-312

MÜLLER J.C., BOTELHO G.G.K., BUFALO A.C., BOARETO A.C., RATTMANN Y.D., MARTINS E.S., CABRINI D.A., OTUKI M.F., DALSENTER P.R., 2009, *Morinda citrifolia* Linn (Noni): In vivo and in vitro reproductive toxicology.
Journal of Ethnopharmacology, **121**(2), p.229–233

NAYACK B.S., ISITOR G.N., MAXWELL A., BHOGADI V., RAMDATH D.D., 2007, Wound-healing activity of *Morinda citrifolia* fruit juice on diabetes-induced rats.
Journal of Wound Care, **16**(2), p.83-86

NELSON S.C., 2003, Noni Cultivation and Production in Hawai'i
Proceedings of the 2002 Hawai'i Noni Conference, S.C. Nelson (ed.), University of Hawaii at Manoa, College of Tropical Agriculture and Human Resources p.33-50

NELSON S.C., 2005, Noni Seed handling and Seedling Production.
Fruits and Nuts, **10**, p.1-4

NELSON S.C., 2006, *Morinda citrifolia* (noni) Species profile for Pacific Island Agroforestry
www.traditionaltree.org consulté le 4 décembre 2008

OLLIER C., 2006, Le noni aux risques de l'analyse.
Phytothérapie,**4**(1), p.31-42

PAWLUS A.D., BAO-NING S.U., KELLER WJ, DOUGLAS KINGHORN A, 2005, An Anthraquinone with Potent Quinone Reductase-Inducing Activity and Other Constituents of the Fruits of *Morinda citrifolia* (Noni).
Journal of Natural Products, **68**(12), p.1720-1722

PAWLUS A.D., KINGHORN A.D., 2007, Review of the ethnobotany, chemistry, biological activity and safety of the botanical dietary supplement *Morinda citrifolia* (noni).

Journal of Pharmacy and Pharmacology, **59**, p.1587-1609

POLYNESIE EN BREF 2008, Institut Statistique de la Polynésie Française,

[http://www.ispf.pf/ispf/publications/polybref/08-09-](http://www.ispf.pf/ispf/publications/polybref/08-09-09/La_Polyn%C3%A9sie_en_Bref_2008.aspx)

[09/La_Polyn%C3%A9sie_en_Bref_2008.aspx](http://www.ispf.pf/ispf/publications/polybref/08-09-09/La_Polyn%C3%A9sie_en_Bref_2008.aspx), consulté le 16 octobre 2008.

POTTERAT O., HAMBUGER M., 2007, *Morinda citrifolia* (Noni) Fruit – Phytochemistry, Pharmacology, Safety.

Planta Medica, **73**(3), p.191-199

POTTERAT O. (2), VON FELTEN R., DALSGAARD P.W., HAMBURGER M., 2007, Identification of TLC markers and quantification by HPLC-MS of various constituents in noni fruit powder and commercial noni-derived products.

Journal of Agricultural and Food Chemistry, **55**(18), p.7489-7494

PU H.F., HUANG W.J., TSENG W.M., WANG S.W., LIU Y.W., DOONG M.L., WANG P.S., 2004, Effects of Juice from *Morinda citrifolia* (Noni) on Gastric Emptying in Male Rats.

Chinese Journal of Physiology, **47**(4), p.169-174

SALUDES J.P., GARSON M.J., FRANZBLAU S.G., AGUINALDO A.M., 2002, Antitubercular Constituents from the Hexane Fraction of *Morinda citrifolia* Linn. (Rubiaceae).

Phytotherapy Research, **16**(7), p.683-685

SALLEH M.N., RUNNIE I., ROACH P.D., MOHAMED S., ABEYWARDENA M.Y., 19 juin 2002, Inhibition of low-density lipoprotein oxidation and up-regulation of low-density lipoprotein receptor in HepG2 cells by tropical plant extract.

Journal of Agricultural and Food Chemistry, **50**(13), p 3693-3697

SIU K., 2001, Le nono, *Morinda citrifolia* L., plante traditionnelle de Polynésie française.

Thèse d'exercice de diplôme d'état de docteur en pharmacie. Montpellier.

SOLOMON N., Le fruit tropical aux 101 vertus médicinales, NONI, le jus.

2^{ème} édition, Editions la Volée Québec

<http://www.bien-et-bio.com/UserFiles/Image/noni/noni.pdf>, consulté le 16 octobre 2008

STADLBAUER V., FICKERT P., LACKNER C., SCHMERLAIB J., KRISPER P.,
TRAUNER M., STAUBER R.E., 2005, Hepatotoxicity of NONI juice: Report of two cases.
World Journal of Gastroenterology, **11**(30), p.4758-4760

STADLBAUER V., WEISS S., PAYER F., STAUBER R.E., septembre 2008, Herbal does
not at all mean innocuous: The sixth case of hepatotoxicity associated with *Morinda citrifolia*
(Noni).

The American Journal of Gastroenterology, **103**(9), p.2406-2407

SU B.-N., PAWLUS A.D., JUNGH.-A., KELLER W.J., MCLAUGHLIN J.L., KINGHORN
A.D., 2005, Chemical Constituents of the Fruits of *Morinda citrifolia* (Noni) and Their
Antioxidant Activity.

Journal of Natural Products, **68**(4), p.592-595

SUNDARRAO K., BURROWS I., KUDUK M., YI Y.D., CHUNG M.H., SUH N.J., CHANG
I.-M., 1993, Preliminary screening of antibacterial and antitumor activities of Papua New
Guinean native medicinal plants.

International Journal of Pharmacognosy, **31**(1), p.3-6

TAHITIAN NONI, Tout sur le noni, pourquoi Tahiti ?

<http://www.tahitiannoni.com/france/french/retail/store/aboutnoni.html> consulté le 13
novembre 2008.

THE NONI WEBSITE, Botany <http://www.ctahr.hawaii.edu/noni/botany.asp> consulté le 1er
octobre 2008.

WADSWORTH J.J., STORY S.P., JARKAE JENSEN C., 5 décembre 2002, *Morinda citrifolia* (noni) enhanced animal food product.

United States Patent Application Publication, 6737089,

<http://www.freepatentsonline.com/6737089.html> consulté le 23 septembre 2008

WANG M.-Y., SU C. 2001, Cancer preventive effect of *Morinda citrifolia* (Noni).

Annals New York Academy of Sciences, **952**, p.161-168

WANG M.-Y., WEST B.J., JENSEN C.J., NOWICKI D., SU C., PALU A.K., ANDERSON G., 2002, *Morinda citrifolia* (Noni): A literature review and recent advances in Noni research.

Acta Pharmacologica Sinica, 23(12), p.1127-1141

WANG M.-Y., ANDERSON G., NOWICKI D., JENSEN J., 2008, Hepatic Protection by Noni Fruit Juice Against CCl₄-Induced Chronic liver Damage in Female SD Rats.

Plant Foods Human Nutrition, **63**(3), p.141-145

WEST B.J., JENSEN C.J., WESTENDORF J., 2006, Noni juice is not hepatotoxic

World Journal of Gastroenterology, **12**(22), p.3616-3619

WEST B.J., JENSEN C.J., WESTENDORF J., WHITE L.D., 2006, A safety review of noni fruit juice.

Journal of Food Science, **71**(8), p.100-106

WEST B.J., BING-NAN ZHOU, 2008, Identification of major aroma compounds in the leaf of *Morinda citrifolia* Linn.

Journal of Natural Medicines, **62**(4), p.485-487

WEST B.J., SU C.X., JENSEN C.J., 2008, Prenatal toxicity test of *Morinda citrifolia* (noni) fruit.

The journal of Toxicological Sciences, **33**(5), p.647-649

YAMAGUCHI S., OHNISHI J., SOGAWA M., MARU I., OHTA Y., TSUKADA Y., 2002, Inhibition of angiotensin I converting enzyme by noni (*Morinda citrifolia*) juice.

Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi, **49**(9), p.624-627

YOUNOS C, ROLLAND A., FLEURENTIN J., LANHERS M.C., MISSLIN R., MORTIER F., 1990, Analgesic and behavioural effects of *Morinda citrifolia*.
Planta medica, **56**(5), p.430-434

YÜCE B., GÜLBERG V., DIEBOLD J. GERBES A.L., 2006, Hepatitis Induced by Noni Juice from *Morinda citrifolia* : A Rare Cause of Hepatotoxicity or the Tip of the Iceberg?
Digestion, **73**(2-3), p 167-170

HENAFF Marie

Titre de la thèse :

Le noni (*Morinda citrifolia*), de la tradition au marché de la santé : usages et analyse phytochimique d'une panacée tahitienne.

Résumé de la thèse :

Le noni (*Morinda citrifolia*) est une plante de la famille des Rubiacées originaire d'Asie du Sud-Est et caractérisée par son fruit qui dégage une odeur nauséabonde de fromage quant il atteint la maturité. Cette plante a été utilisée depuis des siècles dans la médecine traditionnelle Polynésienne pour soigner de nombreux maux du quotidien. Porté par cette image de « panacée tahitienne » et par sa soit disant teneur en « xéronine », une molécule miracle, le commerce du noni et notamment du jus de son fruit s'est fortement développé à travers le monde ces dix dernières années. En 2003, l'Union Européenne autorise l'utilisation du jus de noni comme Nouvel Aliment. Malgré tout, le monde scientifique s'est encore peu intéressé au noni et seules des études *in vitro* ou *in vivo* chez l'animal ont été réalisées. Toutefois, leurs résultats laissent entrevoir un potentiel à explorer. En France, le marché du jus de noni est surtout accessible via Internet, et à ce jour, il n'existe encore aucunes normes sur la composition et les méthodes de fabrication des nombreux jus envahissant le marché.

MOTS CLÉS : NONI - MORINDA CITRIFOLIA - ANALYSE – PROPRIETES - JUS

JURY

Président : M. BIARD Jean-François, Professeur de Pharmacognosie

Faculté de Pharmacie de Nantes

Assesseurs : M. GROVEL Olivier, Maître de Conférences de Pharmacognosie

Faculté de Pharmacie de Nantes

Mlle GOUESNARD Hélène, Pharmacien Officinal, Pont Saint Martin

HENAFF Marie

6 rue de la Paix, 44340 Bouguenais