



## AVERTISSEMENT

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

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

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

Contact : [ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr](mailto:ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr)

## LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

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

[http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg\\_droi.php](http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php)

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



UNIVERSITÉ  
DE LORRAINE



FACULTÉ  
DE PHARMACIE

UNIVERSITE DE LORRAINE  
2021

---

FACULTE DE PHARMACIE

**T H E S E**

Présentée et soutenue publiquement

Jeudi 9 septembre 2021, sur un sujet dédié à :

Usages traditionnels des baies d'açaï, études phytochimiques  
et pharmacologiques

pour obtenir

**le Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie**

par Clément HABRAN

né le 24 octobre 1995

**Membres du Jury**

Président : Mme Dominique LAURAIN-MATTAR, Professeur des Universités

Juges : Mme Rosella SPINA, Maître de conférences

Mme Pauline RIZZI, Pharmacien

M. Pierre MANGIN, Pharmacien

**UNIVERSITÉ DE LORRAINE**  
**FACULTÉ DE PHARMACIE**  
**Année universitaire 2020-2021**

**DOYEN**

Raphaël DUVAL

**Vice-Doyen**

Julien PERRIN

**Directrice des études**

Marie SOCHA

**Conseil de la Pédagogie**

Présidente, Brigitte LEININGER-MULLER

Vice-Présidente, Alexandrine LAMBERT

**Collège d'Enseignement Pharmaceutique Hospitalier**

Présidente, Béatrice DEMORE

**Commission Prospective Facultaire**

Président, Igor CLAROT

Vice-Président, Raphaël DUVAL

**Commission de la Recherche**

Présidente, Caroline GAUCHER

**Chargés de Mission**

**Communication**

Aline BONTEMPS

**Innovation pédagogique**

Alexandrine LAMBERT

**Référente ADE**

Virginie PICHON

**Référente dotation sur projet (DSP)**

Marie-Paule SAUDER

**Référent vie associative**

Arnaud PALLOTTA

**Responsabilités**

**Filière Officine**

Caroline PERRIN-SARRADO

**Filière Industrie**

Julien GRAVOULET

Isabelle LARTAUD,

Jean-Bernard REGNOUF de VAINS

**Filière Hôpital**

Béatrice DEMORE

Marie SOCHA

**Pharma Plus ENSIC**

Jean-Bernard REGNOUF de VAINS

**Pharma Plus ENSAIA**

Xavier BELLANGER

**Pharma Plus ENSGSI**

Igor CLAROT

**Cellule de Formation Continue et Individuelle**

Luc FERRARI

**Commission d'agrément des maîtres de stage**

François DUPUIS

**ERASMUS**

Mihayl VARBANOV

**DOYENS HONORAIRES**

PROFESSEURS EMERITES

**Chantal FINANCE**

Pierre LEROY

**Francine PAULUS**

Philippe MAINCENT

**Claude VIGNERON**

Claude VIGNERON

**PROFESSEURS HONORAIRES**

MAITRES DE CONFERENCES HONORAIRES

**Jean-Claude BLOCK**

Monique ALBERT

**Pierre DIXNEUF**

Mariette BEAUD

**Chantal FINANCE**

François BONNEAUX

**Marie-Madeleine GALTEAU**

Gérald CATAU

**Thérèse GIRARD**

Jean-Claude CHEVIN

**Pierre LABRUDE**  
**Vincent LOPPINET**  
**Alain NICOLAS**  
**Janine SCHWARTZBROD**  
**Louis SCHWARTZBROD**

Jocelyne COLLOMB  
Bernard DANGIEN  
Dominique DECOLIN  
Marie-Claude FUZELLIER  
Françoise HINZELIN  
Marie-Hélène LIVERTOUX  
Bernard MIGNOT  
Blandine MOREAU  
Dominique NOTTER  
Francine PAULUS  
Christine PERDICAKIS  
Marie-France POCHON  
Anne ROVEL  
Gabriel TROCKLE  
Maria WELLMAN-ROUSSEAU  
Colette ZINUTTI

**ASSISTANTS HONORAIRES**

**Marie-Catherine BERTHE**  
**Annie PAVIS**

**ENSEIGNANTS**

**Section CNU**

\*

Discipline d'enseignement

**PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS**

Danièle BENSOUSSAN-LEJZEROWICZ	82	<i>Thérapie cellulaire</i>
Béatrice DEMORE	81	<i>Pharmacie clinique</i>
Jean-Louis MERLIN	82	<i>Biologie cellulaire</i>
Jean-Michel SIMON	81	<i>Economie de la santé, Législation pharmaceutique</i>
Nathalie THILLY	81	<i>Santé publique et Epidémiologie</i>

**PROFESSEURS DES UNIVERSITES**

Ariane BOUDIER	85	<i>Chimie Physique</i>
Christine CAPDEVILLE-ATKINSON	86	<i>Pharmacologie</i>
Igor CLAROT	85	<i>Chimie analytique</i>
Joël DUCOURNEAU	85	<i>Biophysique, Acoustique, Audioprothèse</i>
Raphaël DUVAL	87	<i>Microbiologie clinique</i>
Béatrice FAIVRE	87	<i>Hématologie, Biologie cellulaire</i>
Luc FERRARI	86	<i>Toxicologie</i>
Pascale FRIANT-MICHEL	85	<i>Mathématiques, Physique</i>
Christophe GANTZER	87	<i>Microbiologie</i>
Frédéric JORAND	87	<i>Eau, Santé, Environnement</i>
Isabelle LARTAUD	86	<i>Pharmacologie</i>
Dominique LAURAIN-MATTAR	86	<i>Pharmacognosie</i>
Brigitte LEININGER-MULLER	87	<i>Biochimie</i>
Patrick MENU	86	<i>Physiologie</i>
Jean-Bernard REGNOUF de VAINS	86	<i>Chimie thérapeutique</i>
Bertrand RIHN	87	<i>Biochimie, Biologie moléculaire</i>

**MAITRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS**

Alexandre HARLE <sup>H</sup>	82	<i>Biologie cellulaire oncologique</i>
Julien PERRIN	82	<i>Hématologie biologique</i>
Loïc REPPÉL	82	<i>Biothérapie</i>
Marie SOCHA	81	<i>Pharmacie clinique, thérapeutique et biotechnique</i>

**MAITRES DE CONFÉRENCES**

Xavier BELLANGER <sup>H</sup>	87	<i>Parasitologie, Mycologie médicale</i>
Emmanuelle BENOIT <sup>H</sup>	86	<i>Communication et Santé</i>

<b>ENSEIGNANTS</b>	<b>Section CNU</b> *	<b>Discipline d'enseignement</b>
Michel BOISBRUN <sup>H</sup>	86	<i>Chimie thérapeutique</i>
Cédric BOURA <sup>H</sup>	86	<i>Physiologie</i>
Sandrine CAPIZZI	87	<i>Parasitologie</i>
Antoine CAROF	85	<i>Informatique</i>
Frédérique CHANGEY	87	<i>Microbiologie</i>
Sébastien DADE	85	<i>Bio-informatique</i>
Natacha DREUMONT <sup>H</sup>	87	<i>Biochimie générale, Biochimie clinique</i>
Florence DUMARCAY <sup>H</sup>	86	<i>Chimie thérapeutique</i>
François DUPUIS <sup>H</sup>	86	<i>Pharmacologie</i>
Reine EL OMAR	86	<i>Physiologie</i>
Adil FAIZ	85	<i>Biophysique, Acoustique</i>
Anthony GANDIN	87	<i>Mycologie, Botanique</i>
Caroline GAUCHER <sup>H</sup>	86	<i>Chimie physique, Pharmacologie</i>
Stéphane GIBAUD <sup>H</sup>	86	<i>Pharmacie clinique</i>
Thierry HUMBERT	86	<i>Chimie organique</i>
Olivier JOUBERT <sup>H</sup>	86	<i>Toxicologie, Sécurité sanitaire</i>
Alexandrine LAMBERT	85	<i>Informatique, Biostatistiques</i>
Julie LEONHARD <sup>H</sup>	86/01	<i>Droit en Santé</i>
Christophe MERLIN <sup>H</sup>	87	<i>Microbiologie environnementale</i>
Maxime MOURER <sup>H</sup>	86	<i>Chimie organique</i>
Coumba NDIAYE	86	<i>Epidémiologie et Santé publique</i>
Arnaud PALLOTTA	85	<i>Bioanalyse du médicament</i>
Marianne PARENT	85	<i>Pharmacie galénique</i>
Caroline PERRIN-SARRADO	86	<i>Pharmacologie</i>
Virginie PICHON	85	<i>Biophysique</i>
Sophie PINEL <sup>H</sup>	85	<i>Informatique en Santé (e-santé)</i>
Anne SAPIN-MINET <sup>H</sup>	85	<i>Pharmacie galénique</i>
Marie-Paule SAUDER	87	<i>Mycologie, Botanique</i>
Guillaume SAUTREY	85	<i>Chimie analytique</i>
Rosella SPINA	86	<i>Pharmacognosie</i>
Sabrina TOUCHET	86	<i>Pharmacochimie</i>
Mihayl VARBANOV	87	<i>Immuno-Virologie</i>
Marie-Noëlle VAULTIER <sup>H</sup>	87	<i>Mycologie, Botanique</i>
Emilie VELOT <sup>H</sup>	86	<i>Physiologie-Physiopathologie humaines</i>
Mohamed ZAIYOU <sup>H</sup>	87	<i>Biochimie et Biologie moléculaire</i>
<b>PROFESSEUR ASSOCIE</b>		
Julien GRAVOULET	86	<i>Pharmacie clinique</i>
<b>PROFESSEUR AGREGE</b>		
Christophe COCHAUD	11	<i>Anglais</i>

<sup>H</sup> Maître de conférences titulaire HDR

\* *Disciplines du Conseil National des Universités :*

80 : Personnels enseignants et hospitaliers de pharmacie en sciences physico-chimiques et ingénierie appliquée à la santé

81 : Personnels enseignants et hospitaliers de pharmacie en sciences du médicament et des autres produits de santé

82 : Personnels enseignants et hospitaliers de pharmacie en sciences biologiques, fondamentales et cliniques

85 ; Personnels enseignants-chercheurs de pharmacie en sciences physico-chimiques et ingénierie appliquée à la santé

86 : Personnels enseignants-chercheurs de pharmacie en sciences du médicament et des autres produits de santé

87 : Personnels enseignants-chercheurs de pharmacie en sciences biologiques, fondamentales et cliniques

11 : Professeur agrégé de lettres et sciences humaines en langues et littératures anglaises et anglo-saxonnes

# SERMENT DE GALIEN

**En présence des Maitres de la Faculté, je fais le serment :**

**D'honorer ceux qui m'ont instruit(e) dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle aux principes qui m'ont été enseignés et d'actualiser mes connaissances**

**D'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de Déontologie, de l'honneur, de la probité et du désintéressement ;**

**De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers la personne humaine et sa dignité**

**En aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser des actes criminels.**

**De ne dévoiler à personne les secrets qui m'auraient été confiés ou dont j'aurais eu connaissance dans l'exercice de ma profession**

**De faire preuve de loyauté et de solidarité envers mes collègues pharmaciens**

**De coopérer avec les autres professionnels de santé**

**Que les Hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.**

**Que je sois couvert(e) d'opprobre et méprisé(e) de mes confrères si j'y manque.**

« LA FACULTE N'ENTEND DONNER AUCUNE APPROBATION,  
NI IMPROBATION AUX OPINIONS EMISES DANS LES THESES,  
CES OPINIONS DOIVENT ETRE CONSIDEREES COMME  
PROPRES A LEUR AUTEUR ».

## Remerciements :

Je tiens tout d'abord à remercier ma maîtresse de thèse Mme Dominique LAURAIN-MATTAR, Docteur en Pharmacie et Professeur des Universités en Pharmacognosie à l'Université de Lorraine à la Faculté de Pharmacie de Nancy, pour m'avoir permis de développer ce sujet sous sa direction, de m'avoir aidé et conseillé au cours de la rédaction de ma thèse, et également pour avoir exprimé beaucoup d'intérêt envers le sujet que je suis venu lui proposer.

Je tiens ensuite à exprimer ma gratitude envers Mme Rosella SPINA, docteur en pharmacie et Maître de Conférences en Pharmacognosie à l'Université de Lorraine à la Faculté de Pharmacie de Nancy, premièrement pour avoir accepté de faire partie de mon jury de thèse, mais également pour l'intérêt certain qu'elle a tout de suite manifesté pour le sujet que je proposais de développer lors de ma venue au laboratoire L2CM de la Faculté des Sciences.

J'aimerais maintenant remercier Mr Pierre MANGIN, docteur en pharmacie et titulaire d'une officine à Thionville en Moselle, ainsi que Mme Pauline RIZZI, docteur en pharmacie et pharmacienne adjointe d'une officine à Merten en Moselle, pour l'intérêt qu'ils ont manifesté envers mon sujet de thèse et pour avoir tout deux accepté d'assister à ma thèse en tant que membres du jury.

Mes prochains remerciements vont à mes parents, Catherine et Dominique, ainsi qu'à mes deux sœurs, Louise et Claire, pour avoir toujours été là pour moi et pour m'avoir soutenu durant mes études ainsi qu'au cours de la rédaction de ma thèse. Je remercie également toute ma famille, et particulièrement ma tante Pascale et mon oncle Gérard, pour l'inspiration qu'ils ont su me donner ainsi que pour m'avoir motivé dans la rédaction de mon manuscrit.

J'aimerais enfin remercier mes amis, Amandine Arnaud, Ninon, Romain, Thibaut B, Maëva, Jordan, Jack, Céline, Mikael, Thibaut C, Corentin, Trystan, Anne, Pierre, ainsi que tous ceux dont j'oublie de citer les noms, pour m'avoir accompagné dans mes études, pour m'avoir soutenu et motivé à maintes reprises durant mon travail de rédaction, ainsi que pour toute l'amitié qu'ils m'expriment et que je partage avec eux au bout de toutes ces années.



## Table des matières :

Introduction :.....	1
1 Présentation des baies d'çaï :.....	2
1.1 Dénominations :.....	2
1.1.1 <i>E. oleraceae</i> Mart. :.....	2
1.1.2 <i>E. precatoria</i> Mart. :.....	3
1.1.2.1 <i>E. precatoria</i> Mart. var <i>precatoria</i> :.....	4
1.1.2.2 <i>E. precatoria</i> var <i>longevaginata</i> (Mart.) A.J.Hend :.....	4
1.2 Classification phylogénétique :.....	5
1.2.1 Famille des Arecaceae :.....	5
1.2.2 Sous-famille des Arecoideae :.....	7
1.2.3 Tribu des Euterpeae :.....	10
1.2.4 Genre Euterpe :.....	12
1.3 Histoire :.....	13
1.4 Description botanique :.....	16
1.4.1 Description des différentes parties du palmier :.....	16
1.4.1.1 Le stipe :.....	16
1.4.1.2 Les feuilles :.....	17
1.4.1.3 Le bourgeon terminal :.....	19
1.4.1.4 L'inflorescence et l'infrutescence :.....	19
1.4.1.4.1 Les fleurs :.....	21
1.4.1.4.2 Les fruits :.....	24
1.4.1.5 Les racines :.....	26
1.4.2 Croissance des palmiers :.....	32
1.4.3 Fructification des palmiers :.....	35
1.4.3.1 Pollinisation et dispersion des graines :.....	36
1.5 Répartition géographique, production et récolte :.....	37
1.5.1 Répartition géographique :.....	37
1.5.1.1 <i>E. oleraceae</i> :.....	37
1.5.1.2 <i>E. precatoria</i> :.....	39
1.5.1.3 Densité des palmiers par hectare :.....	39
1.5.2 Production :.....	40

1.5.3	Récolte : .....	42
1.6	Utilisations des baies : .....	44
1.6.1	Alimentation : .....	44
1.6.1.1	Boissons énergisantes : .....	46
1.6.1.2	Compléments alimentaires : .....	47
1.6.2	La pulpe et l'huile d'açaï, intérêt en cosmétologie : .....	47
1.6.2.1	Production de la pulpe d'açaï : .....	47
1.6.2.2	Processus de stabilisation de la pulpe : .....	48
1.6.2.2.1	Pasteurisation : .....	49
1.6.2.2.2	Déshydratation : .....	49
1.6.2.3	Extraction des composants phénoliques de la pulpe : .....	50
1.6.2.4	Production d'huile d'açaï : .....	52
1.6.2.5	Applications cosmétiques : .....	53
1.6.3	Utilisations des autres parties de la plante : .....	54
1.6.3.1	Le bois : .....	54
1.6.3.2	Les feuilles : .....	54
1.6.3.3	Les graines : .....	55
1.6.3.4	Le bourgeon terminal .....	55
1.6.3.5	Les racines : .....	56
1.6.3.6	Les tiges des fruits : .....	57
1.6.4	Autres usages : .....	57
1.6.4.1	Agent de contraste en imagerie médicale : .....	57
1.6.4.2	Colorants et teintures : .....	58
2	Etude phytochimique des baies d'açaï : .....	59
2.1	Valeurs énergétiques : .....	59
2.2	Composition lipidique : .....	60
2.3	Vitamines et minéraux : .....	62
2.4	Acides aminés : .....	63
2.5	Composition phytochimique : .....	64
2.5.1	Les anthocyanes : .....	65
2.5.2	Les autres flavonoïdes : .....	67
2.5.3	Les proanthocyanidines : .....	70
2.5.4	Les acides phénoliques : .....	71
2.5.5	Les stilbènes : .....	74
2.5.6	Les lignanes : .....	75
2.5.7	Les caroténoïdes : .....	77

2.5.8	Les stérols : .....	78
2.5.9	Autres composés identifiés : .....	79
3	Etude des bénéfices pharmacologiques : .....	81
3.1	Pouvoir anti-oxydant : .....	81
3.1.1	Tests <i>in vitro</i> : .....	82
3.1.2	Tests cellulaires : .....	85
3.1.3	Tests <i>in vivo</i> : .....	86
3.2	Anti-inflammatoire : .....	88
3.3	Lutte contre les maladies cardiovasculaires : .....	89
3.4	Anti-cancéreux : .....	92
3.5	Autres effets thérapeutiques : .....	94
3.5.1	Activité anti-parasitaire : .....	94
3.5.2	Neuroprotection : .....	95
3.5.3	Autres exemples d'effets bénéfiques : .....	96
	Conclusion : .....	98
	Références bibliographiques : .....	99

## Liste des abréviations :

AAPH : 2,2'-azobis-2-aminopropane dihydrochloride

ABCG5 et ABCG8 : ATP-binding cassette subfamily G transporters 5 and 8

ABTS : Acide 2,2'-azinobis-(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique)

ADN : Acide désoxyribonucléique

AJR : Apports Journaliers Recommandés

AOM : Azoxymethane

A $\beta$  : Dépôts amyloïdes

BV-2 : Cellules microgliales murines

CAT : Catalase

CI<sub>50</sub> : Concentration Inhibitrice médiane

CLHP : Chromatographie en phase Liquide à Haute Performance

COX-1 : Cyclo-oxygénase 1

COX-2 : Cyclo-oxygénase 2

DL50 : Dose Létale médiane

DMBA : 7,12- dimethylbenzanthracene

DMH : 1,2-dimethylhydrazine

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle

*E. oleracea* : *Euterpe oleraceae*

*E. precatoria* : *Euterpe precatoria*

fmlp : formyl-méthionine-leucine-phénylalanine, peptide bactérien

GPX : Glutathion peroxydase

GSR : Glutathion réductase

HDL : High-Density Lipoprotein

Hep-G2 : Cellules de carcinome hépatocellulaire

HL-60 : Lignée cellulaire leucémique

HT-29 : Cellules d'adénocarcinome humain (cancer du côlon)

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> : Peroxyde d'hydrogène

IBGE : Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

## Liste des abréviations (suite) :

ICAM-1 : Intracellular adhesion molecule-1

IFN-alpha : Interférons alpha

IL-6 : Interleukine 6

IL-8 : Interleukine 8

IL-10 : Interleukine 10

IL-17 : Interleukine 17

iNOS : Inducible nitric oxide synthase

IRM : Imagerie par Résonance Magnétique

J774 cells : Lignée cellulaire de macrophages

LDL : Low-Density Lipoprotein

LDL-R : Récepteurs aux LDL

LPS : Lipopolysaccharide

MAPA : Brazilian Ministry of Agriculture and Food Supply

MCF-7 : Lignée cellulaire du cancer du sein humain

MDA : Malondialdéhydes

MDA-468 : Cellules de cancer du sein humain

MMP-9 : Metalloproteinase-9

MRCP : Magnetic resonance cholangiopancreatography

NF- $\kappa$ B : Nuclear factor kappa B

NO : Oxyde nitrique

NO-GMPc : Voie de signalisation de la guanylate cyclase médiée par le monoxyde d'azote

oxLDL : Oxidized Low-Density Lipoprotein

Pepck : Phosphoénol-pyruvate-carboxykinase

PGE<sub>2</sub> : Prostaglandine E2

PNN : Polynucléaires neutrophiles

POD : Peroxydase

PPO : Polyphénol-oxydase

PRK : Phosphoribulokinase

p38-MAPK : p38 mitogen-activated protein kinase

## Liste des abréviations (suite) :

RAW 264.7 : Lignée cellulaire de macrophages

RAW-Blue™ : Cellules dérivées de macrophages RAW 264.7

RFLP : Restriction Fragment Length Polymorphism

ROS : Espèces réactives de l'oxygène

RNS : Espèces réactives du nitrogène

SOD : Superoxyde dismutase

SW-40 : Cellules de cancer du côlon humain

Test CAP-e : Cell-based antioxidant protection in erythrocyte assay

Test FRAP : Ferric reducing antioxidant power assay

Test HORAC : Hydroxyl radical antioxidant capacity assay

Test H-ORAC : Hydrophilic-Oxygen Radical Absorbance Capacity assay

Test L-ORAC : Lipophilic-Oxygen Radical Absorbance Capacity assay

Test NORAC : Peroxynitrite radical absorbance capacity assay

Test ORAC : Oxygen Radical Absorbance Capacity assay

Test SOD : Superoxide scavenging assay

Test SEAP : Secreted Embryonic Alkaline Phosphatase assay

Test SOAC : Singlet oxygen absorbance capacity assay

Test SORAC : Superoxide radical absorbance capacity assay

Test TBARS : Thiobarbituric acid reactive substances assay

Test TEAC : Trolox equivalent antioxidant capacity assay

TN-F $\alpha$  : Tumor necrosis factor  $\alpha$

Trolox : Acide 6-hydroxy-2,5,7,8-tétraméthylchroman-2-carboxylique

UV : Ultraviolets

VCAM-1 : Vascular cell adhesion molecule-1

VEGF : Vascular endothelial growth factor

VEGFR-2 : Vascular endothelial growth factor receptor 2

VLDL : Very low-density lipoprotein

$\mu\text{mol TE/g}$  :  $\mu\text{mol}$  d'équivalent Trolox par g de matière sèche

## Table des illustrations :

### Liste des figures :

Figure 1 : Classification de la famille des Arecaceae selon Dransifeld et al (2008) (8): .....	8
Figure 2 : Classification phylogénétique des différentes tribus de la sous famille des Arecoideae selon Baker et al (2009, 2011) (9) : .....	9
Figure 3 : Schéma de l'anatomie d'un palmier (3): .....	16
Figure 4 : Schéma d'une infrutescence de palmier (3): .....	20
Figure 5 : Fleurs de l'espèce <i>E. oleraceae</i> (40) : .....	22
Figure 6 : Fruits mûrs de l'espèce <i>E. oleraceae</i> (44) : .....	25
Figure 7 : <i>Euterpe oleraceae</i> : A : Vue d'ensemble du palmier ; B : Schéma du système racinaire (45) : .....	27
Figure 8 : Schéma d'un pneumatophore (A) et de pneumatophores (B) d' <i>E. oleraceae</i> (45) :	28
Figure 9 : <i>Euterpe oleraceae</i> : Coupe transversale d'un pneumatophore (A) ; Coupe longitudinale d'une pneumatophore (B) (45) : .....	31
Figure 10 : Schéma de la croissance d'un palmier (3) : .....	33
Figure 11 : Caractéristiques de la croissance du palmier <i>E. oleraceae</i> (33): .....	34
Figure 12 : Caractéristiques de la croissance du palmier <i>E. precatoria</i> (33): .....	35
Figure 13 : Récolte manuelle des baies d'açai (53) : .....	43
Figure 14 : Schéma de l'utilisation des baies d'açai dans les produits cosmétiques selon Herculano (2013), design de Jansen Mauro (49): .....	53
Figure 15 : Structure chimique des différents tocophérols et tocotriénols (85): .....	62
Figure 16 : Structures chimiques des anthocyanes présents dans les baies d'açai (74) : .....	67
Figure 17 : Structures chimiques des flavonoïdes présents dans les baies d'açai (1/2) (74) : .....	69
Figure 18 : Structures chimiques des flavonoïdes présents dans les baies d'açai (2/2) (74):	70
Figure 19 : Structure chimique des acides phénoliques présents dans les baies d'açai (74) : .....	74
Figure 20 : Structure chimique du resvératrol (74) : .....	74
Figure 21 : Structures chimiques des lignanes présents dans les baies d'açai (74) : .....	77
Figure 22 : Structures chimiques des caroténoïdes présents dans les baies d'açai (85): .....	78
Figure 23 : Structures chimiques des stérols présents dans les baies d'açai (85): .....	79

Figure 24 : Structures chimiques des autres composés présents dans les baies d'açai (74) : .....	80
Figure 25 : Mécanismes thérapeutiques des baies d'açai dans l'endométriose (129) :.....	97

Liste des tableaux :

Tableau I : Dénominations des palmiers <i>E. oleraceae</i> et <i>E. precatoria</i> par les peuples amérindiens de Guyane française : .....	3
Tableau II : Famille des Arecaceae dans le monde d'après Moore (1973) :.....	5
Tableau III : Les sous familles des Arecaceae d'après Dransfield et al, (2005, 2008) :.....	6
Tableau IV : Composition nutritionnelle des fruits lyophilisés de l'espèce <i>E. oleraceae</i> :.....	60
Tableau V : Métaux lourds présent dans la pulpe lyophilisée des fruits d' <i>E. oleraceae</i> : .....	63
Tableau VI : Concentrations en procyanidines de la pulpe des baies d'açai : .....	71
Tableau VII : Concentrations en acide phénoliques de la pulpe des fruits d' <i>E. oleraceae</i> et <i>E. precatoria</i> :.....	72
Tableau VIII : Concentration (mg/L) et abondance relative (%) des composés phénoliques non-anthocyaniques présent dans la pulpe et l'huile des fruits d' <i>E. oleraceae</i> :.....	73
Tableau IX : Lignanes présents dans la pulpe des fruits d' <i>E. oleraceae</i> classés par type structural : .....	76
Tableau X : Capacité antioxydante de la pulpe lyophilisée des fruits d' <i>E. precatoria</i> et d' <i>E. oleraceae</i> obtenue par les tests ORAC et le test DPPH : .....	83



## Introduction :

Ma passion pour les plantes ainsi que la recherche de fruits dont la consommation au quotidien est potentiellement bénéfique pour la santé sont deux raisons qui m'ont poussé à développer un sujet de thèse autour des baies d'açai. C'est lors d'une conversation sur les fruits consommés en Guyane française que j'ai appris l'existence de ces fruits et d'où m'est venue l'idée de développer ce sujet.

Les baies d'açai sont les fruits des palmiers *Euterpe oleracea* et *Euterpe precatoria*, tous deux originaires d'Amérique Centrale et d'Amérique du Sud. Ces deux espèces du genre *Euterpe* font partie des nombreuses espèces de palmiers provenant du bassin amazonien, et la distinction entre les deux se fait par leur mode de croissance, *E. oleracea* poussant en touffe de plusieurs tiges (4 à 9 en moyenne) tandis que *E. precatoria* ne possède qu'un axe solitaire, quelquefois plusieurs axes regroupés.

Depuis quelques années ces fruits sont présentés comme des "super fruits" pour leurs vertus anti-inflammatoire, antioxydante et cardioprotectrice. En raison de leur réputation croissante, la demande de baies d'açai s'accroît dans le monde entier depuis le milieu des années 1990.

De nombreuses études se sont intéressées à la composition phytochimique des baies d'açai, riches en anthocyanes, flavonoïdes, et autres polyphénols, ainsi qu'à leurs potentiels effets pharmacologiques. Les baies d'açai possèdent-elles réellement un pouvoir antioxydant chez l'homme ?

Dans cette thèse, la première partie s'intéressera à la présentation des baies d'açai ainsi que celle des deux espèces de palmiers, et de leurs nombreux usages traditionnels. Dans un second temps nous allons voir la composition nutritionnelle et phytochimique des fruits. Enfin la troisième partie établira les différents effets thérapeutiques potentiels des baies d'açai, notamment ses pouvoirs antioxydant, anti-inflammatoire, anti-cancéreux, en corrélant les arguments avec des études scientifiques, avant de conclure.

# 1 Présentation des baies d'açai :

## 1.1 Dénominations :

### 1.1.1 *E. oleraceae* Mart. :

Le palmier *E. oleraceae*, plus connu sous le même nom que ses fruits « açai » au Brésil ou « assai palm » aux Etats-Unis, porte différentes appellations en fonction de sa localisation géographique, comme « palmier pinot » ou « wasséi/wassay/wassai » en Guyane française (Tableau I) (1–3).

Au Brésil les noms désignant ce palmier en portugais sont « açai », « Açai-do-Para », « açai-branco », « açazeiro », « palmitreiro », « palmito-açai », « pinã », « uaçai » et « upiriá » (1,2).

Au Suriname, on peut l'appeler « podosiri », « baboenpina », « kiskis pina », « manaka » (Arawak), « pina » (Sranan), « pinapalm » (populations Noirs Marrons) « prasara » (Sranan), « quasei », « quapoe », « wapoe » (Trio et Wayana), « wapu » ou encore « wasei » (Kali'na, langue Carib) (1,2).

En Colombie, on le nomme « murrapo », « maquenque », « palmicha », « chapil » ou encore « naidí ». Au Pérou on l'appelle « asahí » ou « huasai » (1).

On l'appelle également « manaca » ou « morroke » au Venezuela ; « bambil » ou « plamiche » en Equateur ; et « manac » en République de Trinité et Tobago (1).

Il existe aussi le nom « cabbage palm » en anglais, traduit littéralement en français par « palmier-chou ». Au Panama on le nomme « palmita », et on retrouve également l'appellation « palmito » au Honduras, au Pérou et au Vénézuéla (1).

L'appellation scientifique *Euterpe oleraceae* Mart. possède plusieurs synonymes à travers la littérature (1,4,5) :

- *Catis martiana* O.F. Cook
- *Euterpe badiocarpa* Barb. Rodr.
- *Euterpe beardii* L.H. Bailey
- *Euterpe brasiliiana* Oken
- *Euterpe cuatrecasana* Dugand

### 1.1.2 *E. precatória* Mart. :

L'espèce *E. precatória* Mart. porte également plusieurs nom à travers l'Amazonie, tels que « açai-do-Amazonas », « açai solitario », « açai-de-terra firma » ou encore « açai-molhe » en portugais au Brésil (1).

En Colombie on le nomme « guasaí » et « palma pusuy » en espagnol, « manaco » (Guayabero), ainsi que « curaya » et « maizpépe » dans d'autres langages (1).

Au Pérou, on peut l'appeler en espagnol « chonta », « yuyu chonta », « huasahí », « huasaí » et « palmito » (1).

En Bolivie on peut appeler cette espèce en espagnol par les noms « açai », « asaí », « asahi », « palma de rosário » (1).

En Equateur, plusieurs noms désignent *E. precatória* Mart., à savoir « chapi », « gimame », « kinkivi », « pamihua » (Quichua), « sakae » (Shuar), « shimpi » et « tinkimi » (1).

Le nom vernaculaire français pour cette espèce est « euterpe grains de chapelet », et en anglais son nom est « rosarybead euterpepalm » (1).

Tableau I : Dénominations des palmiers *E. oleraceae* et *E. precatória* par les peuples amérindiens de Guyane française (3) :

Nom latin	Créole	Kali'na	Palikur	Teko	Wayana	Wayāpi	Aluku
<i>Euterpe oleraceae</i>	wassay, pinot	wasei, wasay	was	watsey	wapu	wasey	pina
<i>Euterpe precatória</i>	wassay, pinot	wapu	was	watsey	wapu imë	kusili ape, wasey-iipipēi	pina

Il existe deux variétés distinctes chez l'espèce *Euterpe precatória* Mart., à savoir :

- *E. precatória* Mart. var. *precatória*
- *E. precatória* var. *longevaginata* (Mart.) A.J.Hend

Ces deux variétés ont chacune des synonymes ainsi que différents noms dans plusieurs pays d'Amérique Centrale et d'Amérique du Sud (1,4,5).

#### 1.1.2.1 *E. precatória* Mart. var *precatória* :

Le nom vernaculaire français de cette variété est « euterpe grains de chapelet typique », et son nom en anglais est « typical rosarybead euterpepalm » (1).

Cette variété se nomme « açai-da-mata » au Brésil, et elle possède également d'autres appellations à travers les populations vivant en Amérique Centrale et du Sud ; « manaka », « mapora » et « palmito manaca » au Venezuela, « manac » au Trinité et Tobago, « manicole » (wapishana) au Guyana, ou encore « tuncisake » au Pérou (1).

Pour la variété *E. precatória* Mart. var. *precatória*, les synonymes sont (1,4–6) :

- *Euterpe confertiflora* L.H.Bailey
- *Euterpe jatapuensis* Barb.Rodr.
- *Euterpe langloisii* Burret
- *Euterpe mollissima* Spruce
- *Euterpe oleraceae* Engel
- *Euterpe petiolata* Burret
- *Euterpe stenophylla* Trail & Thurn
- *Euterpe subruminata* Burret

#### 1.1.2.2 *E. precatória* var *longevaginata* (Mart.) A.J.Hend :

Le nom vernaculaire français de cette variété est « euterpe grains de chapelet à longue gaine », on le nomme également « mountain cabbage palm » en anglais au Belize (1).

Cette variété se nomme « cana lucia » au Costa Rica, « maqunangue » au Nicaragua, « plambil » en Equateur, « rabiahorcado » au Panama, ainsi que « jal-au-té » au Belize dans la langue maya (1).

Pour la variété *Euterpe precatória* var *longevaginata* (Mart.) A.J.Hend, les synonymes sont (1,4,5) :

- *Euterpe longevaginata* Mart.
- *Euterpe kalbreyeri* Burret
- *Euterpe microcarpa* Burret
- *Euterpe panamensis* Burret

- *Euterpe karsteniana* Engel
- *Euterpe leucospadix* H.Wendl. ex Hemsl.
- *Euterpe macrospadix* Oerst.
- *Euterpe rhodoxyla* Dugand
- *Plectis oweniana* O.F.Cook
- *Rooseveltia frankliniana* O.F.Cook

## 1.2 Classification phylogénétique :

Les palmiers appartiennent au groupe des monocotylédones et à la famille des Arecaceae qui regroupe un très grand nombre de genres et d'espèces. Les distinctions se font principalement par leurs différences morphologiques (7).

### 1.2.1 Famille des Arecaceae :

A travers le monde il existe plus de 180 genres de palmiers qui regroupent plus de 2600 espèces, repartis principalement en Amérique, en Asie tropicale ainsi qu'en Australie (Tableau II) (8–10).

Tableau II : Famille des Arecaceae dans le monde d'après Moore (1973) (10):

Situation géographique		Genres	Espèces
Amérique	Nord	48	339
	Sud	64	837
	dont Guyane	18	68
	Total	81	1.147
Afrique + Europe		16	117
Madagascar + Seychelles + Mascareignes		29	132
Asie tropicale + Australie		97	1.385
Total		212	2.779

Au cours du 19<sup>ème</sup> et du début du 20<sup>ème</sup> siècle, de nombreux botanistes ont contribué à l'établissement des connaissances de l'époque sur les palmiers, avec notamment le botaniste allemand Carl Friedrich Philipp von Martius (1794-1868) qui publia « *Historia Naturalis Palmarum* », une œuvre en trois volumes, publiés en latin entre 1823 et 1850 (8). D'autres travaux de recherche sur les palmiers furent également menés par les botanistes William Griffith (1810-1845), Carl Ludwig Blume (1796-1862), J. D. Hooker (1817-1911), Odoardo Beccari (1843-1920), et Karl Ewald Maximilian Burret (1883-1964) (8).

La classification moderne de la famille des palmiers a débuté par les travaux de Harold E. Moore (1917-1980). En 1973, il publia l'ouvrage « Major groups of palms and their distribution » dans lequel il différençia 15 groupes de genres sans y donner de rang taxonomique formel (8,9).

En se basant sur le travail de terrain de Moore, Natalie Uhl et Jon Dransfield ont permis de différencier 6 sous-familles chez la famille des Arecaceae (11,12), chacune étant divisée en tribus, et pour certaines encore en sous-tribus. Ils poursuivirent les travaux inachevés de Moore afin de publier en 1987 le « *Genera Palmarum, a classification of palms based on the work of Harold E. Moore Jr.* » (7,8).

Parmi ces sous-familles on peut citer (7):

- Calamoideae
- Nypoideae (seulement une espèce, le palmier Nipa, *Nypa fruticans*)
- Coryphoideae
- Ceroxyloideae
- Arecoideae
- Phytelphantoideae

La classification fut actualisée plus tard en ne gardant que 5 sous-familles (Tableau III), celle des Phytelphantoideae étant réduite au sein de celle des Ceroxyloideae en tant que tribu des Phytelphaeae (7,9,13).

Tableau III : Les sous familles des Arecaceae d'après Dransfield et al, (2005, 2008) (9):

Subfamily	Number of genera	Number of species
Calamoideae	21	600
Nypoideae	1	1
Coryphoideae	46	450
Ceroxyloideae	8	40
Arecoideae	107	1300

Ces sous-familles se distinguent par 4 principaux caractères (14), à savoir :

- Les caractéristiques des feuilles, à savoir si elles sont palmées, pennées, costapalmées (intermédiaire entre palmée et penné, les pennes sont insérées sur une courte nervure médiane, donnant une forme d'éventail ex : *Sabal bermudana*) ; indupliquées ou rédupliquées (orientation du pli de la feuille, vers le haut ou le bas)
- Le nombre de bractées pédonculaires de l'inflorescence
- La disposition des fleurs sur les rachilles
- La structure des parties reproductrices femelles appelées gynécée

### 1.2.2 Sous-famille des Arecoideae :

*E. oleraceae* et *E. precatória* sont des palmiers appartenant à la famille des Arecaceae (ou Palmae), et au sein de celle-ci, ils appartiennent à la sous-famille des Arecoideae (ou Arécoïdes) (8,9,15).

La sous-famille des Arecoideae (108 genres, environ 1300 espèces (15)) fut d'abord divisée par Dransfield et Uhl en 6 tribus (Areceae, Caryoteae, Cocoeae, Geonomeae, Iriarteeae, et Podococceae) (9,16).

Par la suite, des études moléculaires concernant les palmiers (Uhl et al, 1995 ; Baker et al., 1999(12); Asmussen et al., 2000(11); Asmussen et Chase, 2001(17); Hahn, 2002a(18), b(19) ; Lewis et Doyle, 2001(20), 2002(21)) ont permis de faire des reconstructions phylogénétiques et ainsi de réviser la classification des palmiers, notamment grâce à l'analyse comparative des régions codante et non-codante de l'ADN plastidial (espaceur intergénique de la région trnL-trnF (11,12,17), intron rps16 (11,17), gène rbcL (17), gène atpB (18,19)) et de l'ADN du noyau cellulaire (gène codant pour la malate synthase (20,21), sous-unité 18S du cistron 45S de l'ADN ribosomal (18), gène codant pour la PRK (phosphoribulokinase) (21)) , utilisées comme marqueurs moléculaires, ainsi qu'en utilisant la méthode de polymorphisme de longueur des fragments de restriction (en anglais RFLP : restriction fragment length polymorphism) sur l'ADN du génome chloroplastique (Uhl et al, 1995).

En effet le génome plastidial est connu pour être hautement conservé chez les palmiers étant donné son évolution relativement lente, tandis que les régions du génome nucléaire évoluent plus rapidement, ceci offrant donc la possibilité de comparer plusieurs sources d'informations indépendantes (7,15,20).

Ces travaux ont largement été utilisés pour la publication de la deuxième édition du « *Genera Palmarum* » (« *Genera Palmarum, the evolution and classification of palms* ») par Dransfield et al, (2008), soutenu par la phylogénie d'Asmussen et al. (2006)(7) basée notamment sur une analyse complète des séquences d'ADN plastidial matK (marqueur chloroplastique) et de toutes les données moléculaires publiées précédemment pour 178 espèces (7–9).

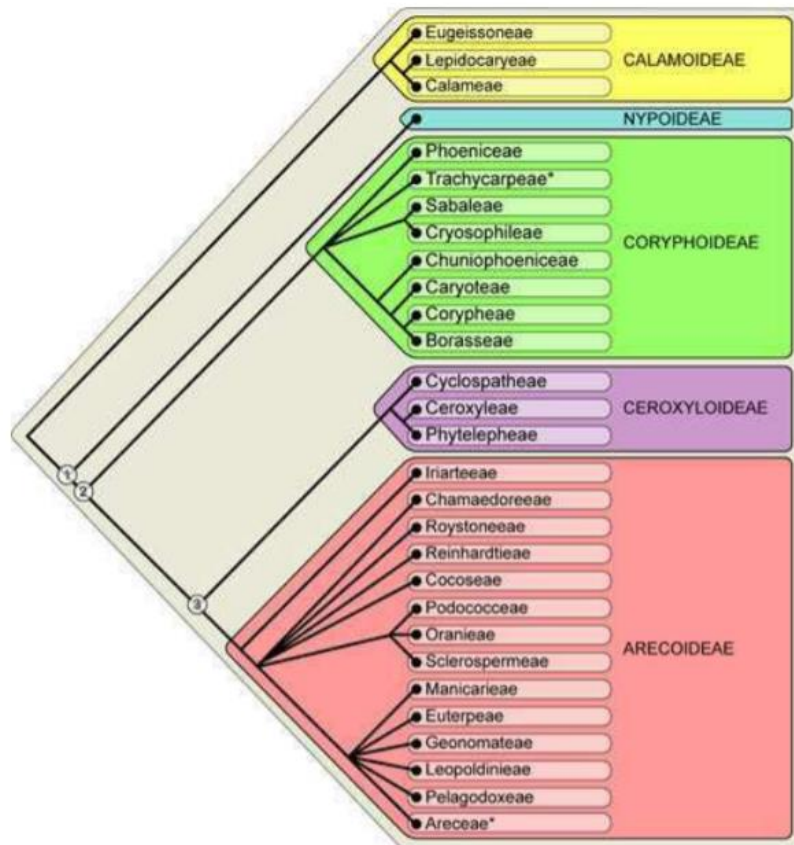


Figure 1 : Classification de la famille des Arecaceae selon Dransifeld et al (2008) (8):

La sous famille des Arecoides est divisée en 14 tribus (Figure 1) (8), à savoir les Iriarteae, les Chamaedoreeae, le clade des RRC (Roystoneae, Reinhardtiae, Cocoseae), le clade des POS (Podococceae, Oranieae, Sclerospermeae) et les arécoïdes de base (« core arecoids ») à savoir les Areceae, Euterpeae, Geonomateae, Leopoldinieae, Manicarieae, et Pelagodoxeae (15). La tribu des Caryoteae présente initialement au sein de la sous-famille des Arecoideae a été retirée pour être placée dans la sous-famille des Coryphoideae (8,9,13,17,18).



L'analyse des relations entre tous les genres de palmiers (Arecaceae) a été réalisée par Baker et al (2009, 2011). Ces études ont permis la synthèse de toutes les données phylogénétiques publiées précédemment sous la forme de deux grands arbres phylogénétiques, « the most congruent tree » et « the supermatrix tree », en combinant les approches d'un super-arbre et d'une super-matrice et en intégrant de nouvelles données moléculaires et morphologiques (8,9). L'étude menée en 2011 a utilisé comme marqueurs moléculaires deux régions issues du génome provenant du noyau cellulaire ; ces régions sont l'intron 4 du gène PRK (gène codant pour la phosphoribulokinase) et l'intron 23 de RPB2 (gène de la deuxième plus grande sous-unité de l'ARN polymérase II) (15). Ceci permet de clarifier les relations de parenté au sein de la sous famille des Arecoideae (Figure 2), soutenue comme monophylétique (15,22).

Des études phylogénomiques menées plus récemment par Comer et al, 2015 (9) et 2016 (15), ont permis d'améliorer la résolution des relations au sein du clade des arécoides de base (« core arecoids ») (9,15).

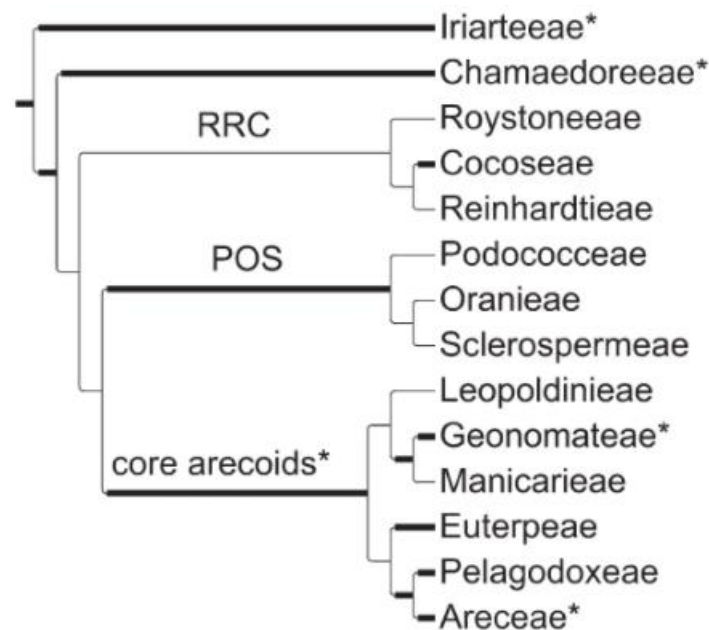


Figure 2 : Classification phylogénétique des différentes tribus de la sous famille des Arecoideae selon Baker et al (2009, 2011) (9) :

Les Arecoideae représentent la plus grande sous-famille au sein de la famille des palmiers avec plus de 50% des genres d'Arecaceae (19), et se répartissent dans les régions tropicales et subtropicales, principalement dans les forêts pluviales (22). Certains des palmiers les plus importants sur le plan économique font partie de la sous-famille des Arecoideae, avec par

exemple le cocotier (*Cocos nucifera*), le palmier à huile africain (*Elaeis guineensis*) et le palmier pêche (*Bactris gasipaes*) (15,22).

Les Arecoideae sont des plantes dites monoïque c'est-à-dire qui possèdent à la fois des fleurs mâles et femelles sur le même individu, et leurs feuilles sont redoublées (feuilles pliées vers le bas dans le sens de la longueur). Les fleurs chez les Arecoideae sont regroupées en triades composées de deux fleurs latérales staminées et une fleur centrale pistillaire, à l'exception de la tribu des Chamaedoreae qui possède une grappe de fleurs que l'on nomme un acervulus (rangée de plusieurs fleurs sessiles mâles et d'une ou deux fleurs femelles basales) ou bien une fleur solitaire (15,22,23). Cependant, pour de nombreux genres de la sous-famille des Arecoideae les triades peuvent être réduites à une seule fleur le long de certaines parties des rachilles (7,9,14,15).

### 1.2.3 Tribu des Euterpeae :

Au sein de la sous-famille des Arecoideae, les palmier *E. oleracea* et *E. precatória* font partie du clade des arécoides de base (« core arecoids ») et de la tribu des Euterpeae, morphologiquement très similaire à la tribu des Areceae (la plus importante de la sous-famille des Arecoideae avec plus de 20% des genres d'Arecaceae) (8,9,22). Avant d'être reconnue en tant que tribu, les Euterpeae étaient classés en tant que sous-tribu de la tribu des Areceae et nommés Euterpeinae (11–13,16,17,21). Les relations entre la tribu des Euterpeae et celle des Areceae ont été fortement soutenues dans des études phylogénétiques récentes (Comer et al, 2015, 2016) ; ces deux tribus ont été soutenues comme sœurs (8,9,15).

La tribu des Euterpeae comprend 33 espèces réparties en 5 genres, tous ces genres étant monophylétiques, à savoir (13,24):

- Euterpe Mart.
- Hyospathe Mart.
- Neonicholsonia Dammer
- Oenocarpus Mart.
- Prestoea Hook.f.

Les palmiers appartenant à cette tribu possèdent un gynécée sous forme de pseudomonomère, dans lequel parmi les trois carpelles formés à la base, un seul porte un ovule fertile. Cette structure distinctive du gynécée par rapport aux autres arécoides de base

(« core arecoids ») est également partagée chez la tribu des Areceae et celle des Pelagodoxeae (9,13,21,22).

De plus, l'épicarpe de leurs fruits est lisse et les inflorescences sont infra-foliaire ou inter-foliaire, c'est-à-dire situées sous la couronne de feuilles ou entre celles-ci (9,13).

En 1999, Henderson a identifié quatre synapomorphies pour les palmiers appartenant à la tribu des Euterpeae (16,24) (initialement sous-tribu des Euterpeinae, tribu des Areceae) :

- La présence d'une extension membraneuse ou fibreuse de la gaine de la feuille appelée ochréa (ocrea), faisant référence à la ligule décrite par Uhl et Dransfield en 1987 dans la première édition du « *Genera Palmarum* »
- Les inflorescences sont ramifiées à un seul ordre ou alors spicées (spicate) c'est-à-dire non ramifiées
- Les fruits sont de couleur violet-noir à pourpre
- Les fruits possèdent un endocarpe crustacé (crustaceous endocarp) / un épiderme loculaire crustacé (locular epidermis crustaceous in fruit)

Les palmiers appartenant à la tribu Euterpeae ont une place importante tant sur le plan économique que sur le plan écologique. En effet, les fruits ainsi que les méristèmes primaires (aussi appelés « cœurs de palmier ») de certaines espèces membres de cette tribu sont une source pour l'alimentation humaine. De plus, une huile de bonne qualité peut être extraite du mésocarpe de certains de leurs fruits, et les autres parties de ces palmiers tels que le bois et les feuilles peuvent également servir dans diverses constructions ainsi que dans l'artisanat (24).

Les membres de la tribu des Euterpeae sont restreints à l'écozone néotropique, et sont repartis de l'Amérique Centrale jusqu'au Sud-Est du Brésil et de la Bolivie, en comprenant également les îles des Caraïbes (24). Certains genres de cette tribu sont également retrouvés en région Indopacifique (9,24). Ils sont capables de pousser dans une gamme d'altitude assez large, allant du niveau de la mer à près de 2500 mètres d'altitude. On les retrouve dans une grande diversité d'habitats, et préférentiellement dans les forêts pluviales, situées en montagne ainsi que dans les plaines (24).

#### 1.2.4 Genre Euterpe :

Au sein de la tribu des Euterpeae, les palmiers *E. oleraceae* et *E. precatoria* font partie des espèces les plus fréquemment rencontrées du genre Euterpe, qui compte 7 espèces (25) différentes situées en Amérique centrales et du Sud et réparties dans l'ensemble du bassin amazonien, ainsi que dans les petites Antilles. Une autre espèce fréquemment rencontrée du genre Euterpe se nomme *Euterpe edulis*, et son fruit se nomme « juçara » ; cette espèce est retrouvée en Amérique du Sud dans la forêt Atlantique où elle est principalement exploitée pour ses cœurs de palmiers. Moins fréquente mais présente de la Trinidad jusqu'aux petites Antilles, on peut citer également l'espèce *Euterpe broadwayi* (24).

L'étymologie du genre Euterpe fait référence à sa beauté et son élégance. Euterpe, du grec ancien « Εὐτέρπη »/« Eutéropê » (« qui sait plaire »), contraction de « εὖ »/« eũ » (« bien »), et de « τέρπω »/« téropô » (« plaire »), était une des neuf muses de la mythologie grecque, celle de la musique et de la poésie (26).

Ce genre se distingue principalement par l'élégance de ses stipes fins et inermes (dépourvus d'épines ou d'aiguillons), et de ses feuilles finement pennées de façon régulière à l'allure pendante qui confère un port pleureur (16,26).

Le nom du genre Euterpe a été proposé pour la première fois par Gaertner en 1788 pour la description de deux espèces, *E. globosa* et *E. pisifera*, dont la deuxième fut plus tard exclue du genre (27). Au 19<sup>ème</sup> siècle, Martius repris le nom du genre Euterpe pour décrire certaines espèces qu'il avait récolté au Brésil au cours de ses travaux de recherches, et suggéra que le genre Euterpe qu'il avait décrit devait probablement être le même que celui décrit par Gaertner auparavant. Par la suite Burret employa à nouveau le nom du genre Euterpe pour rédiger en 1929 « Die gattung Euterpe Gaertn ». A la fin du 20<sup>ème</sup> siècle, la nomenclature internationale a finalement retenu l'appellation « Euterpe Martius » plutôt que « Euterpe Gaertner », dans le but de faire une distinction entre le genre Euterpe et le genre Prestoea Hooker f. (27,28).

Seules deux espèces de ce genre produisent les fruits que l'on appelle baies d'açaï, à savoir *E. oleraceae* et *E. precatoria*. Leurs principales différences reposent premièrement sur la manière dont ils poussent ; *E. oleraceae* pousse en touffes de plusieurs palmiers (généralement de 4 à 9 tiges) tandis que les troncs d'*E. precatoria* poussent le plus souvent de façon solitaire (tiges parfois regroupées). Une autre différence est la taille de leurs fruits, ceux d'*E. oleraceae* étant plus volumineux, donc beaucoup plus exploités (27).

### 1.3 Histoire :

L'origine du nom « açaï » provient de l'adaptation portugaise du mot « iwaca'i » issu des langues amérindiennes Tupi Guarani, qui signifie « fruit qui pleure » car lors de l'extraction des baies d'açaï, la pulpe du fruit coule lentement comme des larmes (29,30).

D'autre part, l'importance de la place des baies d'açaï dans l'alimentation des populations d'Amazonie (30) est à l'origine d'une légende populaire très connue au Brésil autour du palmier *Euterpe oleraceae*, dans laquelle on trouverait l'origine de l'appellation « açaï ». (3).

#### **La légende de l'açaï :**

*Il y a très longtemps, bien des années avant l'arrivée des Portugais au Brésil, une tribu d'indiens très prospère vivait dans l'estuaire du grand fleuve Amazone, là où est située actuellement la ville de Belém, capitale de l'état brésilien du Pará. Cette tribu indigène profitait d'une abondance incroyable de nourriture (fruits, poissons et agriculture), et ce grâce aux conditions climatiques offertes par l'environnement humide et tropical de la forêt Amazonienne. Le chef de la tribu s'appelait « Itaki », et c'était aussi le plus grand chasseur parmi les siens.*

*Tirant profit de la générosité de la forêt, la tribu ne connaissait pas la sécheresse, étant donné l'omniprésence de l'eau dans l'environnement qui les entourait. Cependant, au cours d'une année où les pluies se faisaient rares, la sécheresse s'installa, et tous les avantages qu'offrait la forêt tropicale disparurent peu à peu, jusqu'à ce que la faim se fasse ressentir dans la tribu. Cette période de famine affecta sérieusement la survie de la tribu, et le chef Itaki dû prendre une décision grave pour les siens, qui consista à sacrifier tous les nouveaux nés aux dieux pour apaiser leur colère et sauvegarder sa tribu.*

*Peu de temps après l'instauration de cette loi cruelle, la fille unique du chef de la tribu nommée « laça », qui était la plus belle femme de la tribu, découvrit qu'elle était enceinte, et donna naissance plus tard à une petite fille. Malheureusement la nouvelle petite-fille du chef ne put échapper à la loi établie plus tôt, et elle fut sacrifiée aux dieux tout comme les autres nouveau-nés de la tribu.*

*laça, profondément bouleversée par la mort tragique et cruelle de son bébé, pleura sans cesse durant 3 jours et 3 nuits, et implora le dieu Tupa de lui indiquer un moyen pour sauver les membres de sa tribu de la famine.*

*Un soir de pleine lune, laça entendit le cri d'un nourrisson, et s'empressa de sortir de sa hutte croyant reconnaître le visage de son enfant brillant sous la lumière de la lune. Une fois à l'extérieur, ne trouvant désespérément pas son bébé, elle ne put surmonter cette souffrance et cette tristesse, et mourut de chagrin au pied d'un palmier, le regard tourné vers le ciel.*

*Le lendemain, le chef trouva sa fille gisant sans vie au pied de l'arbre, les bras enlacés autour du tronc de celui-ci. Il suivit la direction de son regard, qui allait vers une grappe de fruits noirs au sommet du palmier. Les fruits, considérés comme un cadeau offert par les dieux, procurèrent à la tribu la nourriture dont ils avaient besoin, et c'est ainsi que la tribu fut sauvée de la famine. La loi du sacrifice des nouveau-nés fut par la suite abolie, et la tribu pu à nouveau prospérer comme autrefois.*

*En hommage à sa fille, et pour exprimer sa gratitude envers elle et sa petite-fille qui donnèrent leur vie pour sauver les siens, il inversa le nom de sa fille laça et appela ce fruit merveilleux « Açaï ».*

C'est depuis cet évènement que ces fruits seraient consommés par les tribus indigènes de l'Amazonie durant de nombreux siècles jusqu'à nos jours. Les brésiliens ont gardé en leur mémoire cette légende et appellent encore aujourd'hui ces fruits « Açaï », en l'honneur d'laça (3).

Les utilisations traditionnelles de ces palmiers par les populations amazoniennes étaient principalement culinaires, médicinales et artisanales, et celles-ci se transmettaient par voie orale de génération en génération. Pour ses aspects emblématique et symbolique, le palmier wassay détient de plus un rôle important dans certaines phases des cérémonies « jurupari » chez les Tukanos du rio Vaupés (3).

Selon les croyances locales au fil des siècles, on accorderait à ces palmiers plusieurs propriétés médicinales ; traditionnellement utilisés pour lutter contre les troubles digestifs (31) et ceux liés à la peau, ils constitueraient un remède contre l'anémie, ils augmenteraient les performances sportives et sexuelles, permettraient de lutter contre le vieillissement des cellules, de la peau, et contre certains cancers. Cependant ces allégations ne sont pas toutes étudiées et vérifiées par des études scientifiques. L'huile obtenue à partir des fruits est également utilisée pour ses propriétés anti-diarrhéiques. Au Suriname on utilise la sève sur les coupures comme hémostatique (2).

De nos jours les palmiers *E. oleraceae* et *E. precatória* sont surtout cultivés pour leurs fruits, ainsi que pour les cœurs de palmiers pour *E. oleraceae*, c'est pourquoi ils possèdent tous deux un rôle économique important (24,29).

Les baies d'açaï sont très utilisées par les sportifs et ce depuis quelques dizaines d'années, notamment sur les plages du Brésil, où elles sont très appréciées sous forme de boissons énergisantes. L'essor mondial autour des baies d'açaï a d'ailleurs commencé sur ces plages, dans les années 1990, dès lors que les surfeurs brésiliens vantaient les mérites de la consommation de boissons préparées à partir du jus des fruits. Ces boissons procuraient un regain d'énergie considérable, ainsi que la capacité de soutenir une activité physique pendant une longue période sans avoir besoin de prendre un repas (3,31).

Les baies d'açaï font toujours partie intégrante de l'alimentation traditionnelle en Amérique du Sud. Consommées sous la forme d'un jus épais parfois mélangées à du couac (farine de manioc), on les retrouve aussi pour aromatiser les glaces, les sorbets, sur les plages et les marchés, ou encore au restaurant où elles peuvent accompagner les plats, aussi bien pour les plats de résistance que pour les desserts (3).

La consommation de baies d'açaï en tant qu'aliment fonctionnel est aujourd'hui très répandue à travers le monde, avec un marché en pleine expansion (30). En effet ces fruits sont désormais connus pour posséder de nombreuses vertus pour la santé, principalement présentés comme antioxydants et anti-inflammatoires, car dotés d'une composition riche en polyphénols (anthocyanes et flavonoïdes) ainsi que d'une grande valeur nutritionnelle, associée à une proportion importante de lipides de bonne qualité, de fibres et de protéines (30,31).

## 1.4 Description botanique :

### 1.4.1 Description des différentes parties du palmier :

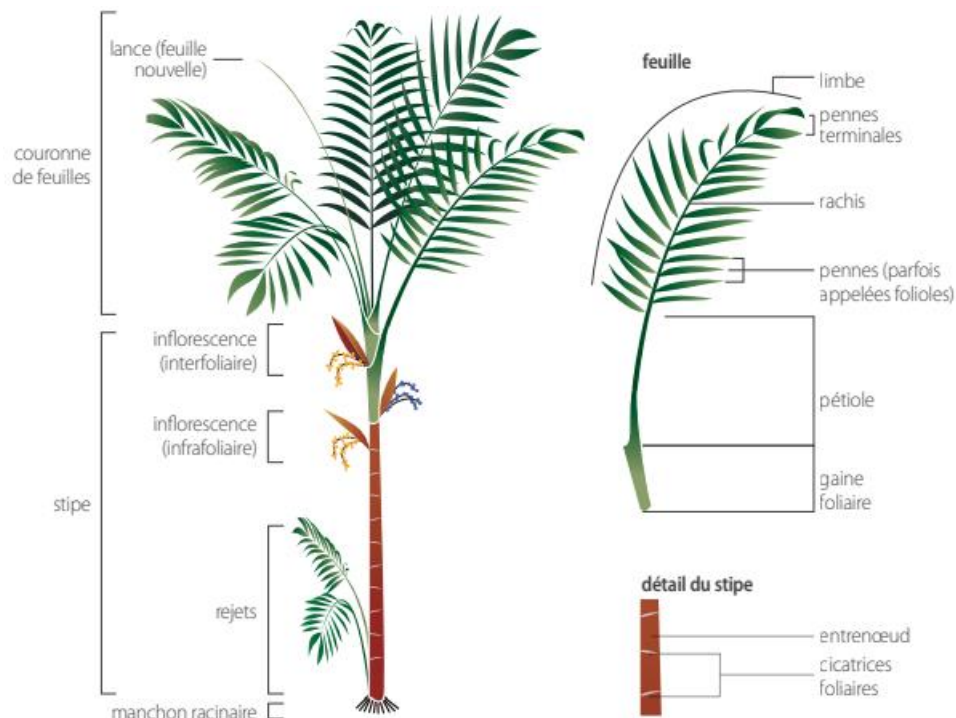


Figure 3 : Schéma de l'anatomie d'un palmier (3):

#### 1.4.1.1 Le stipe :

Les membres de la famille des *Arecaceae* ne possèdent pas de tronc à proprement parler mais plutôt des stipes ou « faux-tronc ». Les stipes sont de longues tiges ligneuses non ramifiées, dépourvues de cambium nécessaire à la croissance en largeur (typique d'un tronc). On distingue l'absence d'aubier sous l'écorce, permettant à un arbre d'augmenter son diamètre (3,32).

Les faisceaux de vaisseaux permettant de véhiculer la sève du palmier se situent au centre du stipe et sont composés de cellules tubulaires, tandis que la périphérie est constituée de fibres sclérifiées et lignifiées, assurant sa rigidité. Cette structure se différencie nettement de celle des arbres car chez ceux-ci c'est le cœur de l'arbre qui assure sa rigidité et les vaisseaux permettant le transport de la sève sont situés dans l'aubier en périphérie. Le stipe des palmiers



ne possède pas d'anneaux de croissance comme ceux que l'on retrouve dans le tronc des arbres (3).

*Euterpe oleraceae* est un palmier multicaule (possédant plusieurs stipes) à port cespiteux, c'est-à-dire qu'il forme une touffe compacte à sa base, chaque touffe portant 9 à 10 stipes ou « faux-tronc » en moyenne, parfois jusqu'à 25. Ses tiges se développent à partir d'une même graine et d'un seul système racinaire (27,33).

Les stipes d'*E. oleraceae* sont longs et fins, à l'allure élancée, ils peuvent mesurer de 3 à 20 mètres et possèdent un diamètre allant de 7 à 18 cm. Les stipes sont de couleur grise caractéristique avec à leurs bases un cône de racines aériennes de couleur rouge (27,34).

Contrairement à *E. oleraceae*, *E. precatoria* ne possède qu'un stipe solitaire, dont la hauteur peut atteindre 25 mètres de haut, ainsi que 23 cm de diamètre à hauteur de poitrine (27,33,35). Les tiges d'*E. precatoria var precatoria* sont hautes et solitaires, tandis que celles d'*E. precatoria var longevaginata* sont plus courtes, le plus souvent solitaires, mais peuvent parfois être regroupées en une touffe de 2 ou 3 individus (port cespiteux) (27,36).

Les stipes de ces deux espèces de palmiers possèdent une surface propre, lisse, sèche et de couleur grise et sont inermes, c'est-à-dire dépourvus d'épines et d'aiguillons (32,37).

#### 1.4.1.2 Les feuilles :

Le stipe du palmier est surmonté d'un houppier bien visible mesurant de 80 à 140 cm de haut, aussi appelé « couronne » (Figure 3) (3), composé de feuilles pennées ou palmes de couleur vert clair. Chaque tige porte à son extrémité apicale de 8 à 14 palmes pour *E. oleraceae*, et de 8 à 18 pour *E. precatoria*, composées de feuilles pennées mesurant près de 3 mètres de long en moyenne et pouvant mesurer jusqu'à 4 mètres, disposées en spirales (14,27).

Leur limbe est divisé de part et d'autre d'un rachis foliaire sur lequel s'insère de 40 à 80 paires de folioles (ou pennes) chez l'espèce *E. oleraceae* et de 43 à 91 paires chez l'espèce *E. precatoria* (27,36). Ces folioles sont opposées et bien espacées, à l'allure pendantes ou tombantes, ce qui est caractéristique du genre *Euterpe*. Ces longues et étroites folioles confèrent à ces palmiers des qualités ornementales (26). Les folioles, également appelées

pinnules, mesurent 60 à 110 cm de long et 3 à 5 cm de large chez le palmier *E. oleracea*, ainsi 50 à 88 cm de long et 2 à 3 cm de large pour celles d'*E. precatória* (27,36,37).

Les feuilles sont paripennées, composées de pennes rédupliquées, c'est-à-dire pliées suivant la longueur avec les bords orientés vers le bas (section transversale formant un V inversé), et à l'extrémité longuement acuminée (se terminant en pointe), voire aristée c'est-à-dire se terminant par une arrête (longue pointe étroite et raide) (32,37).

Les pennes de l'espèce *E. oleraceae* possèdent une nervure médiane proéminente ainsi que 2 à 3 nervures latérales de chaque côté, tandis que celles de l'espèce *E. precatória* possèdent une nervure médiane proéminente et 1 à 2 nervures latérales de chaque côté (1 nervure pour la variété *precatória* et 2 nervures pour la variété *longevaginata*) (27).

Tout comme les autres plantes appartenant à la classe des monocotylédones, le limbe des feuilles est relié par le pétiole à une gaine foliaire, incluant une courte ligule adaxiale (projection distale de la gaine foliaire, située au sommet de celle-ci et en face du pétiole (32)). La gaine foliaire enserre le stipe et laisse, à la chute de la feuille, une cicatrice sur l'épiderme du palmier (cicatrices foliaires). Elle assure plusieurs rôles notamment pour le maintien de la feuille, mais également pour assurer une protection du bourgeon terminal au sommet du palmier. Chez les deux espèces étudiées, la gaine foliaire est fermée et forme une couronne de feuilles tubulaire solide (16,27).

Pour l'espèce *E. oleraceae*, la gaine foliaire (0.6-1,5 m de long) et la ligule sont recouvertes de quelques écailles brunâtres aplaties, tandis que le pétiole (17-50 cm de long) ainsi que le rachis des feuilles (1.5 à 3.7 m de long) sont recouverts d'écailles aplaties ou surélevées et tordues (raised and twisted) de couleur blanchâtre (16,27,36). La ligule de la gaine peut être de couleur brun foncé, vert, violet, rouge-vert terne ou vert-jaune (27).

Chez l'espèce *E. precatória*, la gaine foliaire (0,6-1,6 m de long), la ligule associée à la gaine (1-3 cm de long), le pétiole (12-57 cm de long) ainsi que le rachis des feuilles (1,6-3,6 m de long) sont partiellement couverts d'écailles espacées, fimbriées, plates et sinueuses, de couleur noir ou brun rougeâtre. Ces écailles sont très présentes pour la variété *E. precatória var. longevaginata*, et peu nombreuses pour la variété *E. precatória var. precatória* (27,36). Un autre aspect des feuilles qui permet de distinguer ces deux variétés est leur taille ; en effet celles d'*E. precatória var. precatória* sont plus longues, avec un rachis foliaire mesurant entre 2,1 et 3,6 mètres, tandis que celui des feuilles de la variété *E. precatória var. longevaginata* mesure entre 1,6 et 2,7 mètres (27,36). Les pinnules de la variété *E. precatória var. precatória*

sont également plus nombreuses (48-91 paires) et légèrement plus longues (60-88 cm) que celles de la variété *E. precatória var. longevaginata* (48-73 paires et 46-76 cm de long) (27,36).

#### 1.4.1.3 Le bourgeon terminal :

Au sommet des palmiers on retrouve le bourgeon terminal. Il représente le méristème terminal apical du palmier et assure la production du stipe et des nouvelles feuilles (croissance végétative) ainsi que des bourgeons axillaires à partir desquels se développent les inflorescences (3,38).

Cette partie du palmier est comestible, aussi appelée « cœur de palmier ». Cependant l'extraction du cœur de palmier entraîne la mort de l'individu car cela nécessite l'abattage du stipe (33).

Lorsqu'une nouvelle feuille sort du bourgeon terminal, ses pennes ne sont pas encore déployées et sont plaquées contre le rachis, formant ainsi une longue tige que l'on appelle « lance » (3).

#### 1.4.1.4 L'inflorescence et l'infrutescence :

Les inflorescences de ces palmiers sont situées sous les palmes, à l'abri de la lumière du soleil et se développent à partir du bourgeon axillaire des feuilles (39).

L'inflorescence d'*E. oleraceae* est composée d'un pédoncule court (5-15 cm de long) comprimé dorsiventralement qui se prolonge par un rachis central mesurant entre 35 et 68 cm de long, doté de 58 à 162 ramifications secondaires latérales appelées rachilles (néanmoins absentes dans la partie proximale adaxiale du rachis) mesurant jusqu'à 75 cm de long et 3-4 mm de large, chacune d'entre elles portant sur les deux premiers tiers des grappes de deux fleurs mâles latérales et une fleur femelle centrale (triades). Seules des fleurs mâles s'insèrent sur la troisième partie des rachilles, en paires ou solitaires. Les inflorescences sont composées en moyenne de 80,5% de fleurs mâles et de 19,5% de fleurs femelles (27,32,36,38). Le rachis principal et les ramifications de l'inflorescence sont densément couverts de poils très courts brun blanchâtre qu'on appelle des trichomes, très abondants dans la partie terminale des rachilles (14,27,36).

L'inflorescence d'*E. precatória* possède un pédoncule court (4 à 15 cm de long) comprimé dorsiventralement ainsi qu'un axe principal ou rachis mesurant entre 20 et 94 cm, ramifié en 24 à 99 rachilles pour la variété *E. precatória var longevaginata* et en 70 à 200 rachilles pour la variété *E. precatória var precatória*, condensées principalement du côté abaxial du rachis. Ces ramifications mesurent entre 16 et 80 cm de longueur et 3 à 5 mm de diamètre, et portent également des fleurs mâles et femelles disposées en triades, sauf dans leurs parties distales où seules des fleurs mâles s'insèrent en paires ou de façon solitaire (27,32,36,39). Les rachilles sont densément couvertes de poils courts ou trichomes (0,1-0,5 mm de long), raides et étoilés, de couleur brunâtre ou blanchâtre selon la variété *longevaginata* ou *precatória* respectivement (27). Le pédoncule, le rachis principal de l'inflorescence, ainsi que la partie basale des rachilles (partie stérile) sont de couleur jaune terne, tandis que la partie distale des rachilles est de couleur champagne. Toutes ces structures deviennent grisâtres à la fin de l'anthèse (39).

Chez les deux espèces, l'inflorescence est d'abord verticale au début de sa croissance, puis horizontale à l'anthèse avec les rachilles très dispersées (16,27). Les rachilles adoptent ensuite une allure pendante une fois les fruits développés (27).

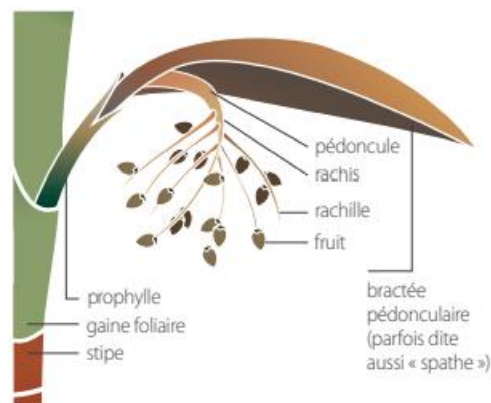


Figure 4 : Schéma d'une infrutescence de palmier (3):

Au cours de son développement, la protection de l'inflorescence est assurée par deux bractées, caduques et papyracées (ayant l'apparence du papier), de longueurs égales ou subégales (Figure 4) (3), la première, appelée « prophyll », part de la base du pédoncule, et

la deuxième, plus large, correspond à la bractée pédonculaire (aussi appelée « spathe ») et recouvre l'inflorescence au début de son développement, jusqu'à se fendre et tomber (16,27).

Chez *E. precatória*, la prophyllé (22-85 cm de long) de couleur vert clair est tubulaire et se divise abaxialement (longitudinalement sur la surface adaxiale) au cours de l'expansion du bourgeon. La bractée pédonculaire (23-80 cm de long) est aussi tubulaire et son extrémité se termine en pointe (16,27,39). Pour l'espèce *E. oleraceae*, la prophyllé mesure 43 à 66 cm de long et se fend également au niveau de la surface abaxiale, et la bractée pédonculaire, plus grande et plus large, mesure 66 à 95 cm (27,36).

#### 1.4.1.4.1 Les fleurs :

Les fleurs sont actinomorphes (plusieurs plans de symétrie identiques) et unisexuées (monoécie, sur le même individu), groupées en panicules composés infrafoliaires (c'est-à-dire situés sous la couronne du palmier) et axillaires, dont la longueur varie de 40 à 100 cm pour l'espèce *E. oleraceae*, et se développent peu après la chute des gaines foliaires. Le système sexuel de ces deux espèces de palmiers est qualifié de monoïque car les individus portent les fleurs unisexuées des deux sexes, mâles et femelles. Les fleurs sont sessiles c'est-à-dire qu'elles ne possèdent pas d'attache apparente (dépourvues de pédoncule ou de pédicelle) (27,38).

Concernant le périanthe, les fleurs mâles et femelles sont chacune composées de 3 sépales libres formant le calice et de 3 pétales libres formant la corolle (38).

L'androcée chez les fleurs mâles est constitué de 6 étamines (oligandrie) portant les anthères où est produit le pollen (38,39). Chez les deux espèces de palmier, les grains de pollen sont monosulqués (« monosulcate »), c'est-à-dire qu'ils ne possèdent qu'une seule ouverture en forme de pore nommée aperture (pollen uniaperturé). Ils sont rarement trichotomosulqués (« trichotomosulcate »), où trois sillons se rejoignent pour former une structure en forme de Y (27).

Le gynécée chez les fleurs femelles est composé d'un ovaire supère (se situe au-dessus du plan d'insertion des pièces florale) et trilobulaire (37–39).

Les fleurs mâles contiennent également un organe stérile du sexe opposé, appelé « pistillode ». Cet organe stérile joue un rôle dans la pollinisation, car il contient des nectaires

capables de produire du nectar comme chez les fleurs femelles pour attirer les insectes. Cela permet d'éviter la visite préférentielle d'un seul type de fleurs (27,38).

Contrairement aux fleurs mâles, les fleurs femelles ne possèdent pas d'organes stériles du sexe opposé, appelés « staminode », qui sont pourtant présents sur de nombreuses autres espèces de palmiers (27,38).

Pour *E. oleraceae*, les fleurs mâles ont une couleur violacée et ont des dimensions de 4,5 mm par 2,7 mm, et possèdent un pistillode trifide à l'apex mesurant 2 à 3 mm de long (Figure 5). Le filament des étamines mesure de 1,5 à 4 mm de long et les anthères mesurent 2 à 2,5 mm. Les fleurs femelles sont de couleur violet à marron clair et mesurent quant à elle 3,2 mm par 2,6 mm (14,27,34).

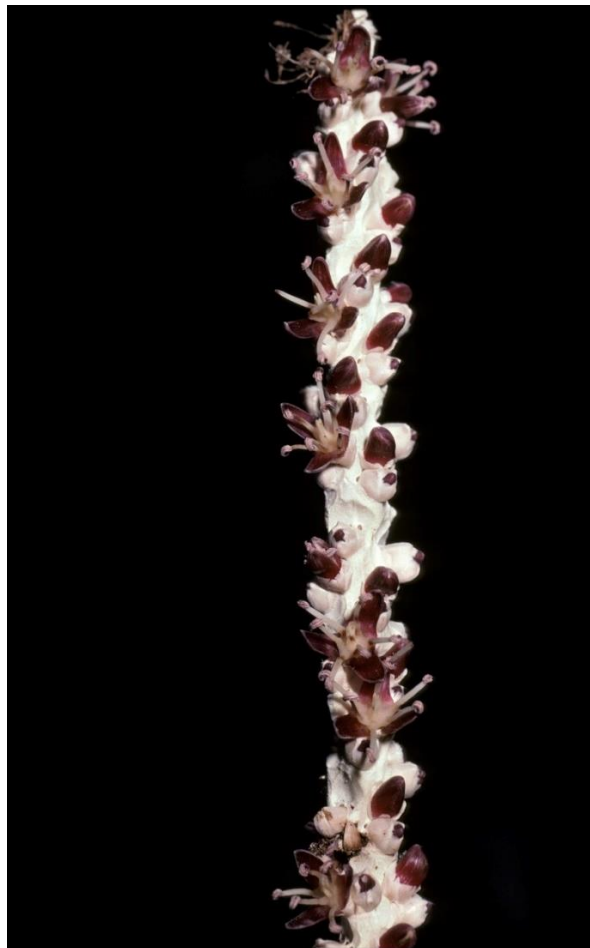


Figure 5 : Fleurs de l'espèce *E. oleraceae* (40) :

Chez *E. precatória* les fleurs mâles (3,5-5 mm de long) ont des sépales de couleur crème dotées de poils du côté abaxial, ainsi que des pétales de couleur crème aux extrémités et rose grisâtre à leur base. Au centre des fleurs mâles on retrouve un « pistillode » divisé en trois parties ou trifide (3 parties distales libres mais connectées à leurs bases) (« tripartite or tri-divided pistillode ») de couleur rubis grisâtre et mesurant de 1.5 à 3 mm. Les six étamines regroupées en deux verticilles de trois étamines chacun sont de couleur crème (filaments de 1-2,5 mm de long), les anthères (2 mm de long) ont une face externe de couleur rubis foncé et le pollen est blanc (27,39).

Les fleurs femelles d'*E. precatória* (2,5-4,5 mm de long) possèdent des sépales de couleur crème pilosés abaxialement, ainsi que des pétales de même couleur mais dépourvus de poils. Le pistil, composé de 3 carpelles soudés, est de couleur rubis grisâtre avec un stigmate blanc trilobé ainsi qu'un gynécée sous forme de pseudomonome uniovulé. Dans l'ovaire, un seul des trois ovules est fertile, les deux autres étant avortés (39).

Chez l'espèce *E. precatória*, les sépales des fleurs staminées et pistillées ainsi que les poils présents du côté abaxial permettent de distinguer les deux variétés ; pour la variété *E. precatória var precatória*, les poils sont nombreux et les sépales se dessèchent blancs, tandis que pour la variété *E. precatória var longevaginata*, les poils sont peu nombreux et les sépales se dessèchent bruns (27,36).

Les deux espèces *E. oleraceae* et *E. precatória* présentent un décalage temporel de la maturation des sexes, ce phénomène est appelé dichogamie. De plus les inflorescences de ces deux espèces sont protandres, c'est-à-dire que les fleurs mâles ou staminées arrivent à maturité avant les fleurs femelles ou pistillées (14,27,41). Les périodes de floraison des fleurs mâles et femelles étant espacées, le phénomène d'autopollinisation (autogamie et géitonogamie) ne peut se produire. De plus le palmier *E. precatória* ne porte qu'une inflorescence à l'anthèse à la fois, réduisant également le phénomène d'autopollinisation et favorisant le phénomène d'« Outcrossing » (pollinisation croisée, ou allogamie) (39).

Chez *E. precatória*, l'anthèse de l'ensemble de l'inflorescence dure en moyenne 26 jours pendant lesquels les fleurs ne sont ouvertes que quelques heures chaque jour. L'anthèse commence par une phase mâle qui s'étend sur les 17 premiers jours (pic de floraison autour du 9<sup>ème</sup> jour), suivie de 6 jours durant lesquels toutes les fleurs sont fermées, puis une phase femelle s'étendant sur 3 jours (39).

Les fleurs mâles et femelles produisent un nectar parfumé rappelant l'odeur d'huile d'amande, provenant de nectaires septaux (plus volumineux chez les fleurs femelles) situés dans le pistillode chez les mâles et dans la base des carpelles chez les femelles (38,39). Ce nectar est principalement composé de sucres (fructose, glucose et saccharose) avec une concentration totale de 9% pour les fleurs mâles et de 37% pour les fleurs femelles, et de 5 acides aminés (thréonine, proline, sérine, alanine et méthionine) avec une concentration totale moyenne de 68 µg/mL (39).

Chez l'espèce *E. oleraceae*, l'anthèse commence également par une phase mâle qui peut s'étendre sur 10 à 14 jours pendant laquelle les fleurs staminées sont ouvertes entre 4 et 6 heures chaque jour. Après la phase mâle il s'écoule 1 ou 2 jours sans qu'aucune fleur ne soit ouverte. Puis l'anthèse se poursuit par une phase femelle qui dure entre 3 et 5 jours. Pour les fleurs mâles l'anthèse se divise en trois périodes distinctes ; de 8h à 10h30 : anthèse ; de 10h30 à 13h : déhiscence des anthères ; de 13h à 16h : sénescence avec une abscission éventuelle. Les fleurs femelles restent ouvertes durant leur phase d'anthèse (41).

Au cours de l'anthèse, les nectaires des fleurs mâles et femelles produisent également un nectar permettant d'attirer les insectes pollinisateurs. Le volume de nectar des fleurs pistillées ainsi que sa concentration en sucre atteignent leurs valeurs maximales aux alentours de midi (41).

#### 1.4.1.4.2 Les fruits :

Les baies d'açaï issue du palmier *E. oleraceae* sont des petites drupes rondes à l'aspect globuleux, d'un diamètre moyen de 13.5 mm mais pouvant varier de 10 à 25 mm, et d'un poids de 0,8 à 2,3 g (42). Elles poussent en grappes de 500 à 900 drupes d'abord de couleur brun-clair au stade immature, ensuite rouge au stade intermédiaire, et enfin de couleur violet foncé à maturité (Figure 6). La couleur violet foncé est due à une forte concentration en anthocyanes qui sont des composés anti-oxydants (33,42). Il existe à travers l'Amazonie des populations plus rares du palmier *E. oleraceae* qui produisent des fruits d'une teinte différente de la coloration commune violet foncé (parfois rouges ou vertes), le génotype variant le plus rencontré étant l'açaï « branco », dont les fruits sont verts opaque à maturité et recouverts d'une fine pellicule blanche (43).





Figure 6 : Fruits mûrs de l'espèce *E. oleraceae* (44) :

Les baies d'açaï provenant d'*E. precatória* sont également des drupes globuleuses, mais sont moins volumineuses que celles issues d'*E. oleraceae*, avec un diamètre variant de 0,9 à 1,3 cm (27,36). Elles sont d'abord vertes au stade immature, puis rouges au stade intermédiaire, et enfin deviennent de couleur pourpre à noire à maturation (39). Les fruits de la variété *E. precatória var precatória* sont légèrement plus volumineux (1,0 à 1,3 cm de diamètre) que ceux de la variété *E. precatória var longevaginata* (0,9 à 1,1 cm) (27,36).

Sur les fruits provenant des deux espèces de palmiers, on remarque la présence de restes stigmatiques latéraux (27).

Le péricarpe correspondant à la paroi extérieure des fruits est partiellement filandreux, riche en silice et pauvre en protéines, lipides et amidon (42). Sous le péricarpe, représenté par une peau mince, se trouve une fine couche de pulpe de même couleur que celle-ci, constituant le mésocarpe. Selon leur origine et en fonction de leur degré de maturité, la pulpe représente 5

à 15 % du volume des fruits. Le mésocarpe entoure un noyau qui représente environ 80% du volume du fruit, dont le diamètre varie de 7 à 10 mm pour *E. oleraceae* (42).

Le mésocarpe des fruits contient une couche distincte de sclérides sous-épidermiques disposées radialement (16,27).

L'endocarpe des fruits, correspondant au feuillet le plus interne du péricarpe, est composé de fibres aplaties disposées de façon parallèle, partant de la base du fruit et recouvrant complètement la graine (27). Autour de l'endocarpe, une deuxième couche distincte de fibres aplaties et rapprochées forme une « palissade » (« stockade »). L'endocarpe est fin et possède un épiderme loculaire crustacé (« crustaceous locular epidermis ») (16,27).

La graine des fruits d'*E. oleraceae* possède un endosperme petit et solide, attaché au tégument, et profondément ruminé (stries foncées dues au gonflement de l'enveloppe de la graine (32)), ce qui signifie que les excroissances des téguments de la graine s'infléchissent dans l'albumen, ce qui donne à la graine une surface irrégulière (42). La graine des fruits provenant d'*E. precatória* est globuleuse et possède quant à elle un endosperme homogène (27,36). Les graines des fruits d'*E. precatória* sont de couleur blanche tandis que celle provenant des fruits d'*E. oleraceae* sont de couleur violette (33).

#### 1.4.1.5 Les racines :

Les racines d'*E. precatória* forment un cône aérien mesurant jusqu'à 1 mètre de haut, constitué de racines échasses (stilt roots) permettant d'avoir un meilleur support sur des sols en pente ou gorgés d'eau, et favorisant également la respiration des racines. Ce cône de racines aériennes est de couleur rouge vif lorsqu'elles sont jeunes (27,35).

Le palmier *E. oleraceae* possède un système racinaire fibreux qui s'enfonce jusqu'à 80 cm de profondeur, et qui peut s'étendre généralement jusqu'à 5 mètres de la base de la touffe. Il se constitue de racines primaires et secondaires qui se concentrent dans les couches supérieures du sol (Figure 7) (3,45).

La base du stipe du palmier est entourée d'un manchon de racines rouge-vif à géotropisme positif, s'enfonçant dans l'eau des sols marécageux. Le manchon peut atteindre une hauteur

de 2 mètres le long du stipe des palmiers les plus anciens, cependant les racines les plus hautes ne sont plus fonctionnelles (45).

Les racines primaires deviennent horizontales lorsqu'elles atteignent le niveau de l'eau, et se prolongent ensuite sous l'humus avec peu de profondeur, pratiquement à la surface du sol étant donné qu'elles sont recouvertes d'eau la majeure partie du temps. Les ramifications se développent avant tout sur la face supérieure des racines (45).

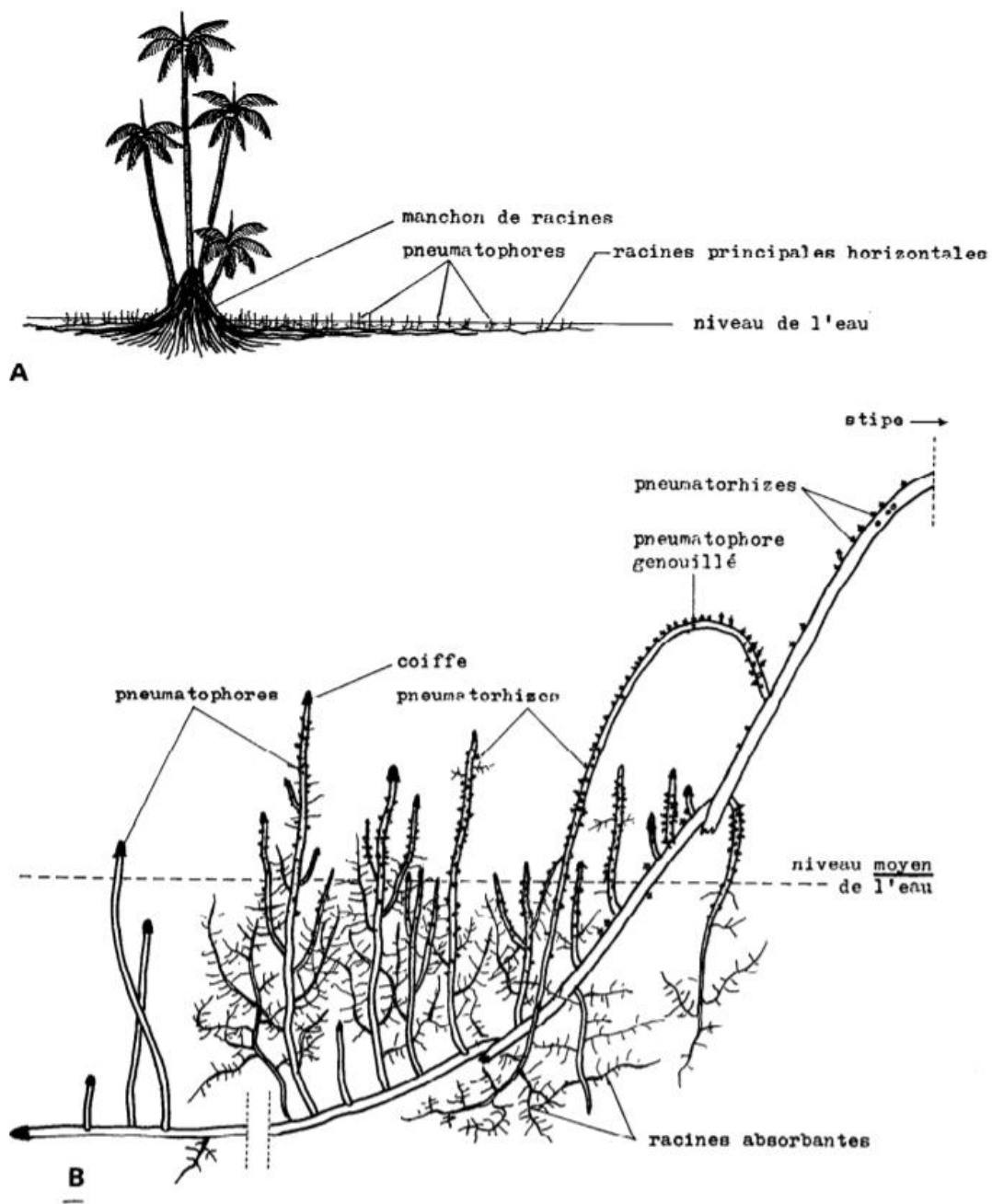


Figure 7 : *Euterpe oleracea* : A : Vue d'ensemble du palmier ; B : Schéma du système racinaire (45) :

La partie des racines exposée à l'air libre, c'est-à-dire au niveau du manchon, est couverte de petites structures blanches coniques appelées pneumatophores. Ces organes minuscules à l'aspect granuleux sont spécialisés dans la fonction de respiration. Ce sont des racelles à croissance très limitée, dont la taille ne dépasse pas 4 millimètres. Elles sont couvertes d'un tissu blanc, lâche et poudreux (45).

Les racines principales horizontales possèdent des structures secondaires à géotropisme négatif (croissance ascendante) de 10-15 cm appelées pneumatophores (Figure 8) (45). Ce sont des racines secondaires spécialisées permettant de respirer et ainsi de s'adapter aux terrains périodiquement inondés. Ces petites structures racinaires de couleur rougeâtre se dressent hors de l'eau autour des palmiers (45).

« [...] la formation de pneumatophores n'est pas due aux conditions du milieu (présence d'eau), mais que c'est un caractère interne, régi par le génome et qu'il ne s'agit que d'une préadaptation à la vie en sol asphyxiant » (45).

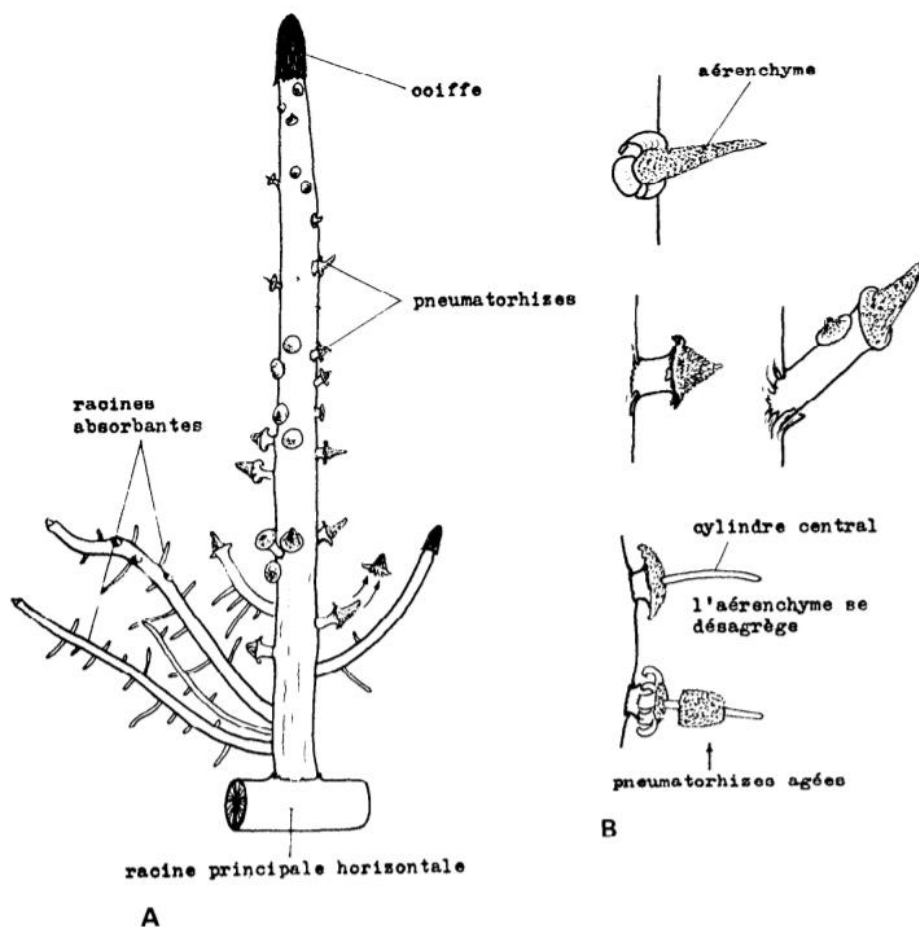


Figure 8 : Schéma d'un pneumatophore (A) et de pneumatophores (B) d'*E. oleraceae* (45) :

La partie immergée des pneumatophores est lisse, de couleur jaunâtre, et porte des ramifications tertiaires et quaternaires, des racines absorbantes et capillaires. Leur partie émergée est également lisse mais possède quant à elle une couleur plutôt rougeâtre. Tout comme la partie aérienne des racines principales, elle est recouverte de pneumatophores. De plus, l'apex des pneumatophores est protégé par une coiffe épaisse et de couleur brunâtre (45).

Dans certains cas, J.J. De Granville décrit un changement du signe du géotropisme des pneumatophores à partir d'une certaine hauteur, en particulier pour les pneumatophores dont la croissance est anormalement longue, mais également pour les pneumatophores naissant au niveau de l'eau, ainsi que pour les racines aériennes du manchon recouvrant le stipe à sa base. Ceci aboutit à la formation de racines aériennes genouillées (45).

En raison des fluctuations fréquentes et de forte amplitude du niveau de l'eau dans les zones périodiquement inondées, la délimitation entre la partie inférieure et supérieure des pneumatophores n'est pas précise, les pneumatophores se mêlant au champ des racines absorbantes et inversement (45).

#### Histologie :

Des coupes transversales de racines horizontales et de pneumatophores (dans leur partie inférieure) dévoilent un cylindre central très fin par rapport au diamètre de la racine, ainsi qu'un cortex très épais doté d'espaces aérifères entre les feuillets du parenchyme (Figure 9) (45). Lorsque l'on remonte vers l'apex des pneumatophores, le cortex ainsi que les espaces aérifères diminuent de façon progressive (45).

Les structures histologiques qui composent les pneumatophores du palmier *Euterpe oleracea* sont les suivantes, de l'intérieur vers l'extérieur (45):

- Au centre le parenchyme médullaire, dont la partie centrale est constituée de grandes cellules arrondies, de plus en plus lignifiées vers la périphérie.
- Les faisceaux conducteurs de xylème et de phloème, situés dans la zone périphérique du parenchyme médullaire, et accolés au péricycle. Les cellules ici sont sclérifiées, c'est-à-dire qu'elles ont une paroi très lignifiée et que leur lumière est réduite.
- Le péricycle, formé d'une couche de cellules allongées, dont la paroi cellulosique se lignifie parfois chez les pneumatophores les plus anciens (il en est de même pour les racines principales).

- L'endoderme, dont la paroi des cellules est lignifiée.
- Le parenchyme cortical constitué de fibres lignifiées et de cellules scléreuses, ce qui forme des feuillets rayonnants. On peut le diviser en trois régions distinctes :
  - o 1) Une première zone dont les quelques couches de petite cellules serrées ne laissent que peu d'espaces lacunaires entre elles. Les cellules sont alignées en files radiales.
  - o 2) Une zone beaucoup plus grande constituée de grandes cellules disposées en files, formant de grands feuillets rayonnants entre lesquels s'insèrent de grands méats allongés permettant de faire circuler l'air.
  - o 3) Une troisième zone périphérique dans laquelle les cellules reprennent une conformation semblable à la première zone : petites, serrées, et ne laissant pas beaucoup d'espace entre elles.
- Un manchon de sclérenchyme protecteur à la périphérie du parenchyme cortical, formé de quelques couches d'éléments allongés, subérisés et en partie sclérifiés, formant un cylindre rigide pour apporter un rôle de soutien.
- La zone subéroïde constituée de plusieurs couches de petites cellules allongées, leur paroi étant subérisée puis lignifiée.
- Le rhizoderme, constitué de grandes cellules allongées à paroi cutinisée.

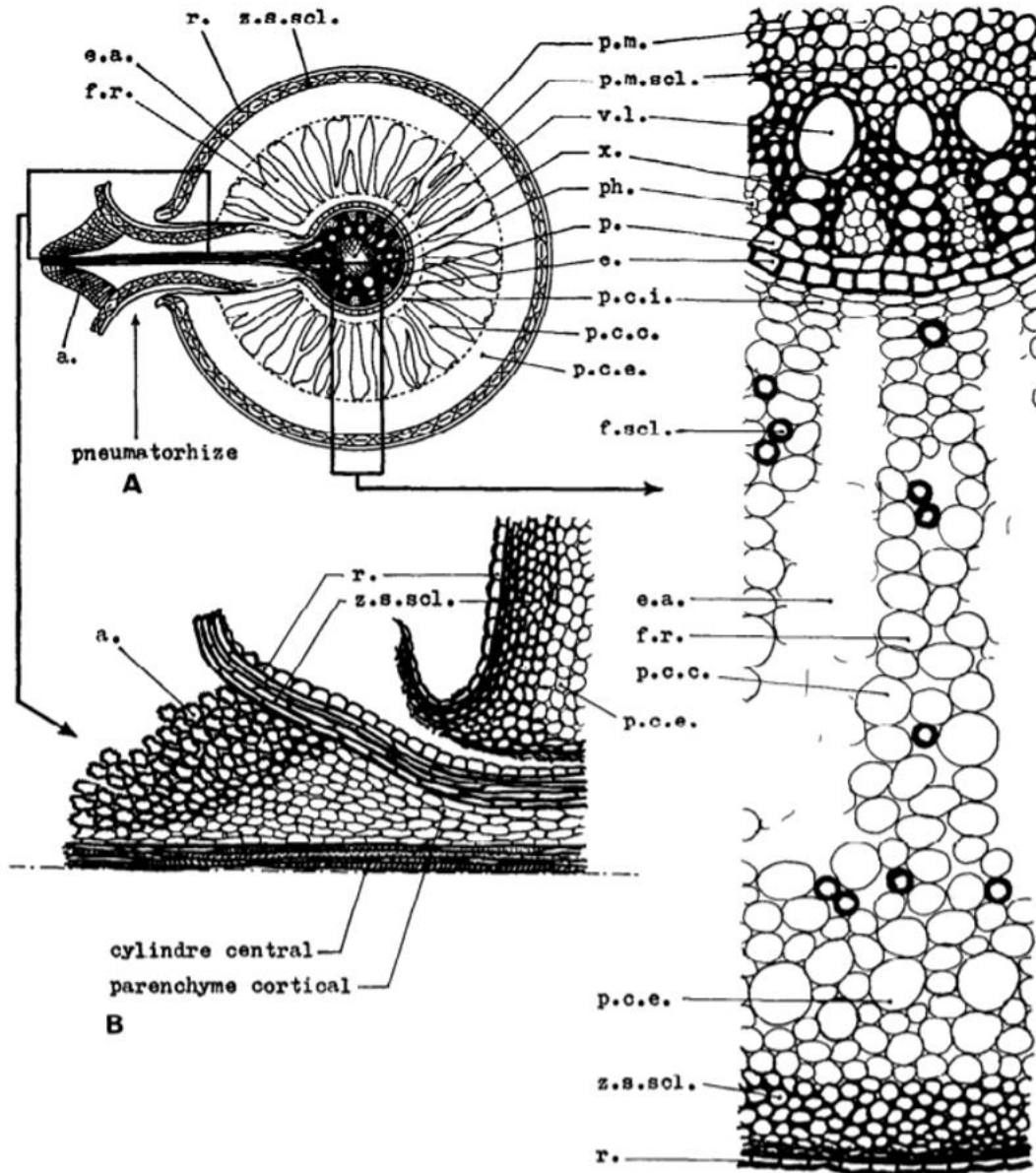
Les coupes de pneumatophores montrent une structure similaire mais simplifiée de celle des pneumatophores. De l'intérieur vers l'extérieur, on retrouve (45):

- Un système vasculaire central, avec un parenchyme médullaire très réduit et totalement sclérifié.
- Le parenchyme cortical, dénué de constituants lignifiés et de méats rayonnants.
- Un manchon important de fibres lignifiées et subérisées.
- Le rhizoderme.
- Une partie terminale élargie, l'aérenchyme, tissu blanc et lâche.

Les cellules de l'aérenchyme sont des cellules mortes et lignifiées. De plus elles ont une paroi épaisse, orientée vers l'extérieur, avec peu de points de contact entre elles ce qui laisse place à de nombreuses lacunes. Les cellules sont disposées en files, dans le prolongement de celles du parenchyme cortical sous-jacent (45).



La coiffe des pneumatophores est constituée de nombreuses couches de cellules subérisées très riches en tanins. Le parenchyme médullaire et le parenchyme cortical sont également riches en cellules à tanins qui sont disposées en files régulières (45).



a. : aérénchyme.  
 e. : endoderme.  
 e.a. : espaces aérifères.  
 e.s. : éléments sécréteurs ou conducteurs (?).  
 f.r. : feuillets rayonnants du parenchyme cortical central.  
 f.scl. : fibres sclérisées ou sclérites.  
 p. : pérycyle.  
 p.c.c. : parenchyme cortical central.  
 p.c.e. : parenchyme cortical externe.  
 p.c.i. : parenchyme cortical interne.

ph. : phloème.  
 p.m. : parenchyme médullaire.  
 p.m.scl. : parenchyme médullaire sclérisé.  
 r. : rhizoderme.  
 r.r. : restes de rhizoderme.  
 scl. : manchon de sclérenchyme.  
 v.l. : vaisseau ligneux.  
 x. : xylème.  
 z.s.scl. : zone subéroïde sclérisée.

Figure 9 : *Euterpe oleraceae* : Coupe transversale d'un pneumatophore (A) ; Coupe longitudinale d'une pneumatophore (B) (45) :

#### 1.4.2 Croissance des palmiers :

Les conditions favorables à la croissance des palmiers réunissent une température (moyenne de 26°C) et un taux de précipitations (moyenne de 2300 mm) élevé, un taux d'humidité compris entre 71% et 91%, une altitude ne dépassant pas 500 mètres, un sol humide et doté d'un pH plutôt acide (4.5 à 6.5) et pauvre en calcaire (33,43).

La première étape est la germination de la graine. Les graines germent rapidement au bout de 30 à 40 jours dans des conditions humides (Figure 11 et 12) (33,43). La germination est adjacente-ligulaire (27).

Après ce phénomène, la graine va commencer à s'enraciner et former sa première feuille nécessaire à son développement, appelée cotylédon ou éophylle. La graine n'en produit qu'un seul, à l'instar des plantes appartenant à la classe des dicotylédones qui en produisent deux. L'éophylle est profondément bifide chez l'espèce *E. oleraceae* tandis qu'elle est pennée avec un rachis court pour *E. precatória*. L'apex de l'éophylle est progressivement effilé chez les deux espèces (16,27).

La graine passe donc au stade de plantule, et va dès à présent former de nouvelles feuilles. Au bout de 4 à 5 mois, les plantules atteignent généralement la taille de 30 cm. Un bon ensoleillement sera un facteur primordial pour une croissance rapide (33).

Un « nœud » correspond au point d'insertion d'une feuille sur le stipe, et « l'entre-nœud » équivaut à la partie du stipe croissant entre deux feuilles du palmier. Un entre-nœud très court mais de plus en plus large est formé au-dessus du précédent pour chaque nouvelle feuille produite. Ceci forme à la base de la plantule un cône inversé qui va croître de plus en plus jusqu'à atteindre le diamètre final du stipe (3).

On arrive ensuite à la fin de la phase juvénile, les entre-nœuds vont arrêter de croître en largeur mais vont plutôt commencer à s'allonger, permettant au stipe de s'élever vers le ciel. L'érection du stipe vers le ciel ne survient donc qu'après une phase de développement sous terre où il atteint son diamètre final avant de s'élever hors du sol (Figure 10) (3). Le palmier va



ainsi s'élever jusqu'à une hauteur à partir de laquelle il produira des inflorescences, puis sa croissance se mettra à ralentir progressivement pour atteindre sa taille finale (3). On considère qu'un palmier atteint le stade adulte à l'âge de 4 ans (43).

A ce stade, le diamètre du stipe n'évoluera plus, sauf si celui-ci rencontre une situation de modification du régime nutritif (notamment une période de sécheresse) ou en cas de lésions du système vasculaire du stipe ou des racines, ce qui provoquera un rétrécissement du diamètre (46).

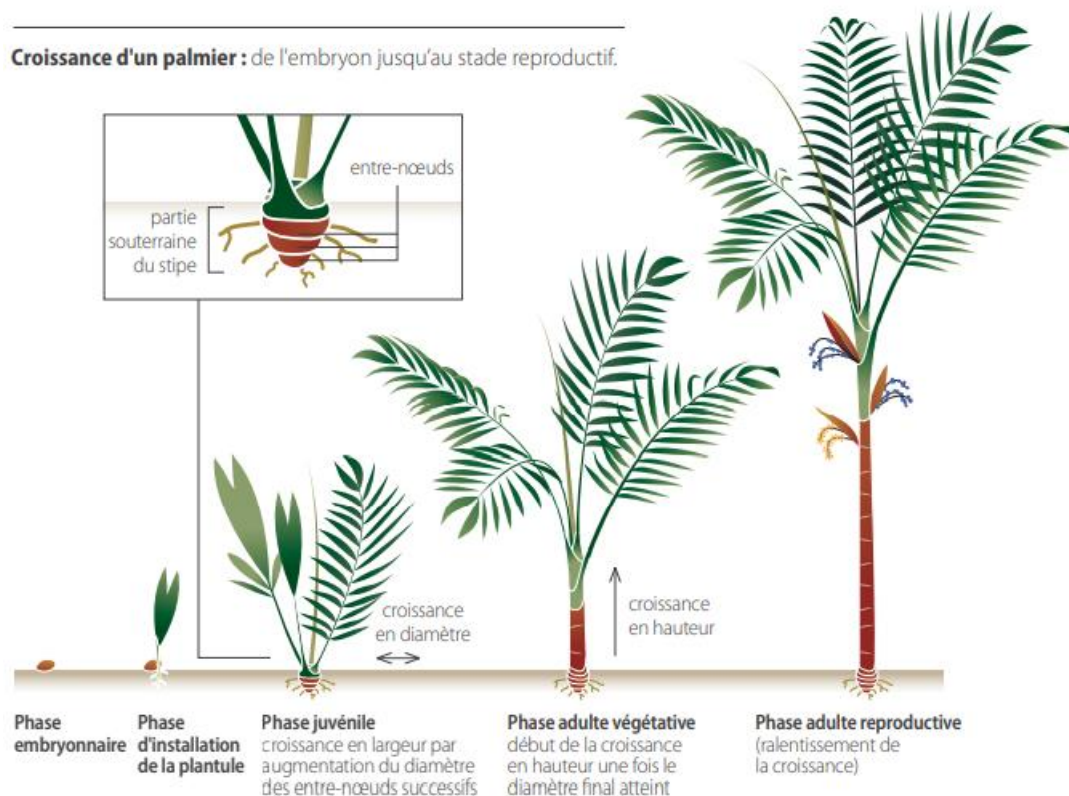


Figure 10 : Schéma de la croissance d'un palmier (3) :

Le palmier *E. oleraceae* reste au stade monocaule pendant une durée plus ou moins longue, allant de 1 à 3 ans. À ce stade, il se forme un manchon de racines aériennes à la base du stipe. Elles sont de couleur rougeâtre et pourvues de lenticelles absorbantes. Des axes latéraux vont alors se former durant cette période, à partir des cicatrices foliaires de la base au niveau des racines. Les axes latéraux se forment au-dessus du niveau du sol et vont constituer les nouveaux stipes du palmier (46).

D'autres palmiers appartenant à la sous-famille des arécoïdes portent également ce type de ramifications basitones (proches de la surface du sol), notamment le palmier *Oncosperma*

*filamentosa* rencontré en Malaisie (Asie du Sud-Est). Le port de ce palmier est effectivement très ressemblant à celui d'*Euterpe oleraceae* (46).

Chaque nouveau stipe formera également à sa base un manchon de racines aériennes, qui se ramifiera de la même façon que celui de l'épicotylé principal. Ces manchons formeront ensemble une base racinaire imposante, dépassant 1 mètre de hauteur et s'étalant parfois sur plus de 2 mètres de diamètre. Cependant, ceci crée une compétition racinaire interaxiale, ce qui empêchera les plus jeunes stipes d'obtenir un diamètre trop important (46).

L'abattage ou la chute d'un ou plusieurs stipes de grande taille au centre d'une touffe de palmier pinot favorisera la croissance des autres axes du palmier. Dans un premier temps ils ne feront plus concurrence aux plus jeunes stipes, et d'autre part ils fourniront de la matière organique en se décomposant, ce qui permettra d'enrichir le sol sous-jacent (46).

Des ramifications verticales à géotropisme négatif se développent également sur la face supérieure des racines primaires à géotropisme positif et sur les prolongements horizontaux. Ce sont les pneumatophores, une certaine forme d'adaptation racinaire spécialisée dans la respiration. Ils sont de couleur rougeâtre, recouverts de nombreuses lenticelles, et se dressent jusqu'à 10 centimètres au-dessus du niveau du sol. La formation de ces pneumatophores se poursuit tout au long de la vie des palmier (45,46).



Figure 11 : Caractéristiques de la croissance du palmier *E. oleraceae* (33):



Figure 12 : Caractéristiques de la croissance du palmier *E. precatória* (33):

Au niveau de la région méristématique apicale, on retrouve à l'aisselle de chaque ébauche foliaire une inflorescence préformée. Cependant le développement et la maturation de cette inflorescence ne se produisent pas au même moment que le développement de la feuille. Les inflorescences et infrutescences se développent aux aisselles des feuilles qui sont tombées depuis peu. Cet emplacement axillaire permet aux stipes des palmiers *E. oleraceae* et *E. precatória* de croître de façon indéfinie, dans la mesure où rien ne limite dans le temps l'activité du méristème apical (46).

De plus, le mode de croissance du palmier *E. oleraceae* lui octroie une grande solidité mécanique et une bonne stabilité, ce qui lui confère une longévité pratiquement illimitée. En effet la mort naturelle d'une touffe de palmier pinot est un phénomène très rare, et dans ce cas, c'est tout le complexe de stipes et du système racinaire qui meurt et chute au sol (46).

#### 1.4.3 Fructification des palmiers :

C'est lorsqu'ils arrivent à l'âge de trois ans que les palmiers *E. oleraceae* et *E. precatória* commencent à produire des fruits. *E. oleraceae* atteint sa productivité maximale trois années plus tard, c'est-à-dire à l'âge de 6 ans, alors que *E. precatória* l'atteint généralement à l'âge de 4 ans (33,42,43).

Le palmier *E. oleraceae* produit des fleurs et des fruits tout au long de l'année, cependant c'est surtout pendant la saison sèche que la production de fruits atteint son maximum. La durée du pic de production peut varier en fonction de la localisation géographique, mais en général la période où l'abondance de fruits est la plus importante est située entre les mois de juillet et de

décembre pendant la saison sèche, le pic de floraison étant situé de février à mai pendant la saison des pluies (27,33,41).

Pour l'espèce *E. precatória*, les fleurs et les fruits sont également présents tout au long de l'année, cependant les pics de production saisonniers sont différents en fonction de la localisation géographique. Pour les forêts inondées, la production de fruits est maximale de mars à juin, et pour les palmiers poussant sur des sols en terre ferme, la période de production maximale se situe de juin à octobre (27,33,39).

Chez l'espèce *E. oleraceae*, les fruits arrivent à maturité au bout de 175 jours ou 6 mois en moyenne (43), et pour l'espèce *E. precatória*, le développement des fruits dure entre quatre et cinq mois (39).

Sur chaque stipe du palmier *E. oleraceae*, on retrouve des inflorescences ainsi que des fruits à tous les stades de développement, allant des tiges florales encore enfermées dans les bractées aux grappes de fruits mûrs (14).

Certains fruits n'arriveront pas à maturation complète, car ils peuvent être colonisés par des larves, ils peuvent tomber facilement s'ils sont touchés ou si l'infrutescence est secouée, ou encore si les oiseaux tels que les toucans avalent les fruits encore immatures (39).

#### 1.4.3.1 Pollinisation et dispersion des graines :

Une très grande variété d'insectes visite les fleurs de ces palmiers, que ce soit pour se nourrir du nectar des fleurs, des tissus et du pollen, pour s'accoupler, pour la ponte des œufs, pour collecter du pollen ou encore pour chasser ses proies parmi les autres insectes, comme le font les fourmis et les araignées (39).

Les principaux insectes pollinisateurs des deux espèces de palmiers appartiennent aux ordres Coleoptera, Hymenoptera et Diptera, avec par exemple les coléoptères, les petites abeilles, les guêpes et les mouches (27,38,39,41). La pollinisation peut également se faire grâce au vent lorsque le pollen est devenu sec (39). Le phénomène de pollinisation vectorisée par le vent (vecteur abiotique) est appelé anémogamie (38).

Pour *E. oleraceae*, les insectes les plus fréquemment rencontrés sont les abeilles mélipones (Hymenoptera, famille Apidae, dont 8 espèces distinctes rencontrées), les mouches (Diptera)

ainsi que d'autres abeilles (Hymenoptera, familles Apidae/Colletidae/Halictidae) et guêpes (Hymenoptera, famille Vespidae) (27,41). Etant donné leur taux de visite élevé ainsi que l'importance de la charge pollinique des abeilles indigènes de l'Amazonie par rapport aux autres insectes rencontrés, elles sont les pollinisateurs les plus efficaces (41).

Pour l'espèce *E. precatória*, les quatre principaux insectes pollinisateurs sont des coléoptères de la famille des Staphylinidae, des Chrysomelidae, et des Curculionidae, ainsi que des abeilles de la famille des Halictidae (39).

Pour les deux espèces de palmiers les insectes visitent à la fois les fleurs des deux sexes, mâle et femelle. En effet la fécondation des fleurs femelles se fait par transfert xénogame de pollen, c'est-à-dire un transfert de pollen provenant d'un autre individu, les insectes visitant donc à la fois les fleurs staminées (mâles) et pistillées (femelles) sur différentes plantes de la même espèce. On parle alors d'allogamie, ou de pollinisation croisée (« outcrossing » en anglais) (38,39,41).

La dispersion des graines sur de courtes distances est assurée par les rongeurs, tandis que la dispersion sur des distances plus longues est réalisée par les oiseaux et passivement par l'eau (3,14). Pour l'espèce *E. precatória*, les principaux oiseaux qui participent à la dispersion des graines sont les perroquets, les toucans, les aras (« macaws » en anglais) et les hoccas (« curassows » en anglais) (33,39).

## 1.5 Répartition géographique, production et récolte :

### 1.5.1 Répartition géographique :

#### 1.5.1.1 *E. oleraceae* :

Le palmier *E. oleraceae* est originaire d'Amérique du Sud, où il est exclusivement inféodé aux zones marécageuses de la forêt amazonienne. On le retrouve très fréquemment dans l'estuaire du fleuve amazonien, le long des cours d'eau et des criques d'eau stagnante, ainsi que dans les forêts sur sols inondables (qualifiés de sols « hydromorphes ») le long des berges du fleuve. Ces sols, qui ont la particularité d'être régulièrement gorgés d'eau, sont

principalement dominés par les plantes de la classe des monocotylédones, et en particulier par les palmiers (10).

On peut le retrouver dans plusieurs pays d'Amérique du Sud, principalement au Brésil (état de l'Amapá et du Para au Nord, de l'Amazonas au Nord-Ouest et du Maranhão dans le Nord-Est) ainsi qu'au Guyana, en Guyane française, au Venezuela, au Suriname, en Colombie, en Equateur, ainsi qu'en République de Trinité et Tobago (27). On note la présence de ce palmier dans d'autres pays d'Amérique centrale comme au Panama et au Costa Rica (27).

Il existe trois écosystèmes différents naturellement riche en açai :

- Les « pinotières », ou « igapó » en portugais du Brésil.
- La « várzea » (portugais du Brésil), les forêts des plaines longeant les berges du fleuve Amazone et ses affluents (densité entre 50 et 90%), périodiquement inondées.
- Les marécages sur les rives des fleuves.

Il pousse donc principalement sur des terrains marécageux, dans des sols sableux ou argileux, bien irrigués, le plus souvent en bordure des rivières (marécages) et dans les terres inondables (« várzea ») (47).

En Guyane française, le terme « pinotières » désigne de grandes étendues naturelles sur les berges inondables du fleuve Amazone et dans les plaines côtières, sur lesquelles on retrouve presque exclusivement (>90%) l'espèce *E. oleraceae*, formant de très grandes populations monospécifiques (10,48).

Le sol des « pinotières » est inondé pendant la saison des pluies et plutôt ressuyé pendant la saison sèche de sorte que l'on puisse y marcher sans s'y embourber. Pendant la saison sèche, le terrain se compose de petits bassins d'une profondeur de 20 à 60 cm, entourés par les touffes de palmiers exondés. En revanche, durant la saison des pluies, l'ensemble du terrain est inondé sous un niveau pouvant aller jusqu'à 1m50. On y retrouve des dépôts de « pégasse » d'une épaisseur de 30 à 60 cm (46,48).

Définition de « pégasse » : « terme employé par les pédologues des Guyanes voisines pour désigner une sorte de tourbe à réseau très lâche, plus ou moins fibreuse ou spongieuse, surmontant directement l'argile sans aucune transition que l'évolution un peu plus poussée de la matière organique au contact du sol minéral (LEVEQUE, 1961) » (46). Ce terme désigne

également les accumulations de matière organique caractérisant le substrat des « pinotières » hors de la plaine côtière (46).

#### 1.5.1.2 E. precatória :

Le palmier *E. precatória* est originaire de l'Ouest de l'Amazonie, et on le retrouve principalement dans les forêts de terres fermes, le long des berges des rivières, ainsi que dans les zones humides et marécageuses des forêts inondables (33,39). Il est présent au niveau de la mer et jusqu'à 1150 mètres d'altitude (35).

On le retrouve en Amérique Centrale, du Belize jusqu'au Panama en passant par le Honduras, le Nicaragua et le Costa Rica (27,35), ainsi qu'en Amérique du Sud, notamment au Brésil dans les états de l'Acre jusqu'au Maranhão, mais aussi dans le Rondônia, le Mato Grosso et dans le Paraná. Il est également présent en Colombie, au Venezuela, en République de Trinité et Tobago, au Guyana, au Suriname, en Guyane française, en Equateur, en Bolivie et au Pérou (27,35,36).

Pour la variété *E. precatória Mart. var. precatória*, on la retrouve en Amérique du Sud au Brésil dans les états de l'Acre, de l'Amazonas, du Rondônia et du Mato Grosso. Cette variété est également rencontrée au Venezuela, en Colombie, en Bolivie, en République de Trinité et Tobago, au Guyana, au Suriname, en Guyane française, au Pérou et en Equateur (27,36,39).

La variété *E. precatória var. longevaginata* est rencontrée en Amérique Centrale, du Belize jusqu'au Panama, ainsi qu'en Amérique du Sud dans l'état Brésilien de l'Acre, ainsi qu'en Colombie, en Bolivie, en Equateur, au Pérou et au Venezuela (27,36).

#### 1.5.1.3 Densité des palmiers par hectare :

La densité du palmier *E. oleraceae* varie en fonction de la localisation, si l'on se situe dans la forêt inondée, au large du fleuve Amazone, ou encore dans les terres non inondables de la forêt amazonienne. Dans les « pinotières » exploitées intensivement on note une densité avoisinant les 1200 touffes/ha, dans les forêts périodiquement inondées de l'estuaire de l'Amazone on retrouve près de 400 palmiers pinot adultes/ha et 800 palmiers juvéniles/ha, et sur des sols plus pauvres une densité plus faible de 100 à 200 palmiers/ha (33).

Pour l'espèce *E. precatória*, sa densité varie également suivant sa localisation géographique, ainsi qu'en fonction du type de sol sur lequel il pousse. Dans les forêts marécageuses, on peut retrouver jusqu'à cinq fois plus d'individus que sur des sols de terre ferme. Au Brésil, dans les forêts marécageuses d'Epitaciolândia, on rapporte 57 individus productifs par hectare, tandis que 39 ont été retrouvés sur un hectare de terre ferme. En comparaison, dans d'autres régions de l'Etat brésilien de l'Acre, on rapporte 60 palmiers par hectare dans les forêts inondées, et seulement 23 par hectare sur sols non humides (33).

### 1.5.2 Production :

Au Brésil, le développement de la culture de l'açaï à l'échelle nationale s'est intensifié à partir des années 1980, dès le début de sa commercialisation au reste du monde pour ses nombreuses propriétés nutritives et médicinales. Dans le but d'assurer l'approvisionnement des centres urbains d'Amazonie, des mégalo-poles du Sud, ou encore pour subvenir à la demande toujours plus grande des pays étrangers (principalement les Etats-Unis, le Japon et le Canada), une industrie de production et de transformation a vu le jour en Amazonie brésilienne (3,47).

Le cœur de la production mondiale de baies d'açaï se situe sur les berges du bas Amazone, avec 116000 tonnes produites en 2009. Les producteurs acheminent principalement leurs récoltes vers le plus grand marché du monde d'açaï, « Feira do açaí », qui se situe à Belém dans l'état brésilien du Pará. Les fruits stockés dans des grands paniers y sont vendus aussi bien aux usines de transformation qu'aux détaillants et particuliers (47). La majorité des baies d'açaï consommées à Belém sont produites principalement sur les îles voisines de Marajó, l'île d'Onças , ainsi que dans la région d'Acará (33).

En 2011, la production brésilienne de baies d'açaï s'élevait à 215381 tonnes (valeur moyenne de 1414 R\$/tonne), dont 50,8% provenait de l'état du Pará (soit 109345 tonnes), 41,5% de l'Amazonas (soit 89480 tonnes), et environ 7,7% (soit 16556 tonnes) de six autres états producteurs (Maranhão, Acre, Amapá, Rondônia, Tocantins et Bahia) (49).

La production de l'état de l'Amazonas a considérablement augmenté par rapport aux années précédentes ; jusqu'en 2010, elle ne représentait que 2 à 3% de la production nationale, dont l'essentiel provenait de l'état du Pará qui détenait en moyenne 85% du total national.



Cependant, elle a évolué de 3,3 tonnes en 2010 à 89,5 tonnes en 2011, menaçant ainsi le contrôle historique de l'état du Pará, dont la production n'a augmenté que de 106600 à 109300 entre 2010 et 2011 (49).

L'exportation brésilienne ne cesse de croître. En 2014, l'exportation mondiale de l'état brésilien du Pará avait atteint les 5462 tonnes de pulpe d'açaï, soit plus de 22,5 millions de dollars américains, principalement à destination des Etats-Unis et du Japon. En raison de l'augmentation du prix local entraînée par la constante augmentation de l'exportation, le gouvernement de l'état de l'Amapa a dû régler son prix pour ne pas défavoriser les nombreux consommateurs locaux (34,50).

Au sein de l'état brésilien du Pará, environ 30% de la production de pulpe de baies d'açaï est exportée vers d'autres états du pays (principalement São Paulo, Rio de Janeiro et Minas Gerais), 8 à 10% sont destinés à l'exportation mondiale, et 60% de la production est consommée localement (50).

D'après les données de l'IBGE (« Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística », l'institut brésilien de géographie et de statistiques) la production de baies d'açaï au Brésil était de 219885 tonnes en 2017, soit une augmentation de 2% par rapport à l'année précédente (34).

Parmi l'extraction des produits forestiers non ligneux, l'açaï continue d'enregistrer la production la plus élevée. Selon l'IBGE en 2019, la production de baies d'açaï au Brésil avait atteint 222706 tonnes, soit 0,5% de plus qu'en 2018, représentant 588,595 millions de R\$ c'est-à-dire 48,3% du chiffre total du groupe des produits alimentaires (51).

Chaque stipe du palmier *E. oleracea* adulte peut produire de 4 à 8 grappes par an, et chacune de ces grappes pouvant contenir 4 kg de fruits en moyenne. Un seul stipe peut donc produire de 16 à 32 kg de fruits sur une année, ce qui fait une moyenne de 24 kg par an. Dans le but d'augmenter la productivité des palmiers, il est nécessaire d'élaguer les grands arbres voisins qui pourraient créer de l'ombre et gêner leur ensoleillement. Cela permet d'éclaircir la canopée (14,33).

L'élagage du palmier permettrait également d'augmenter sa productivité. Le fait d'abattre certains stipes de la touffe, notamment les plus âgés un peu hauts pour la récolte des fruits, et les plus jeunes pour l'extraction des cœurs de palmier, augmenterait la production de fruits des autres stipes restant. Il est donc préférable selon les cueilleurs expérimentés de laisser

les stipes de tailles moyennes, productifs ou non. Pour ne pas endommager les palmiers, il est conseillé de ne pas abattre plus de 3 stipes sur une même touffe, et ce tous les 3 à 5 ans, en choisissant préférentiellement les palmiers les plus grands de la zone (33).

Le stipe unique du palmier *E. precatória* peut produire de 2 à 6 grappes de fruits par an. Pour un palmier poussant sur des sols périodiquement inondés, la production atteint en moyenne 7,5 kilos de fruits par an, tandis qu'un palmier poussant sur un sol composé de terre ferme produira en moyenne 8,5 kilos (33).

Dans le même esprit, bien que l'espèce *E. oleraceae* pousse aussi bien sur des sols périodiquement inondés que sur des sols moins humides, c'est lorsqu'il pousse sur les sols où l'humidité est moyenne que la production de fruits est la plus importante, par exemple dans les plaines, où la production est presque doublée par rapport aux individus poussant dans les terres inondables (42).

### 1.5.3 Récolte :

La récolte des baies d'açaï se réalise lorsqu'elles arrivent à maturité, c'est-à-dire lorsque leur couleur prend une teinte noirâtre, et qu'elles sont recouvertes d'une fine cuticule de cire. Comme beaucoup de fruits riches en anthocyanes (cerises, fraises, framboises, mûres, raisins), les baies d'açaï ne sont pas climactériques, c'est-à-dire que la maturation des fruits ne pourra plus se poursuivre une fois les fruits récoltés (42).

Pour pouvoir aller récolter les fruits du palmier sans avoir à couper le stipe, et donc préserver le palmier pour de futures récoltes, les populations amazoniennes ont élaboré une technique consistant à se hisser en haut du stipe en agissant à la force de leurs jambes, à l'aide d'une corde appelée « bague » (créole) ou « peconha » (portugais du Brésil), permettant de maintenir les pieds joints tout au long de l'escalade (Figure 13). Une fois au sommet du stipe, les cueilleurs coupent l'inflorescence à sa base, et redescendent en se laissant glisser le long du palmier (42,47). La cueillette se fait donc exclusivement à la main. Les cueilleurs sont appelés « peconheiros » (52).



Figure 13 : Récolte manuelle des baies d'açaï (53) :

Une fois au sol, l'étape d'égrappage consiste à séparer les fruits des rachilles à la main par des mouvements de haut en bas avec des chocs répétitifs. Cette étape se fait au-dessus d'une bâche en plastique afin de réduire au maximum le contact des fruits avec le sol et ainsi éviter la contamination par des micro-organismes (42,47). Les baies sont ensuite recueillies dans de grands paniers végétaux faits à la main et transportées par bateaux pour être commercialisées, principalement à destination de Belém au Brésil (42). La fine couche de chair autour du noyau est ensuite extraite et congelée pour préserver les valeurs nutritionnelles et le goût des fruits. La commercialisation sous forme de poudre congelée a permis sa commercialisation à l'échelle mondiale (43).

Les baies d'açaï peuvent se conserver de 36 à 48h sans réfrigération, après quoi elles deviennent rapidement impropres à la consommation (33), en raison d'une croissance très rapide des micro-organismes (populations fongiques multipliées par dix 20h après la récolte, et par cent au bout de 60h) (42). Pour le transport et le stockage des fruits, la température idéale se situe entre 10 et 15°C ; une augmentation de la température de stockage entraîne

une détérioration plus rapide des fruits (42). L'exposition des fruits au soleil doit être évitée pour limiter une perte excessive d'eau (43).

La principale cause de détérioration de la qualité des fruits sont les dommages physiques tels que les lésions subies lors de la récolte, du transport et du stockage, car elles offrent une voie d'entrée aux micro-organismes, et permettent également à l'oxygène d'accéder aux substances oxydables contenues dans les fruits. De plus les lésions accélèrent la perte en eau des fruits, qui finissent par pourrir (42).

## 1.6 Utilisations des baies :

### 1.6.1 Alimentation :

Les baies d'açai occupent une place importante dans l'alimentation des populations d'Amérique du Sud, et ce depuis très longtemps (54). Au 5<sup>ème</sup> siècle, les baies d'açai faisaient déjà partie de l'alimentation des populations de l'île de Marajó, à l'embouchure du fleuve Amazone, et participaient ainsi à l'économie de la région (47). Encore aujourd'hui au sein des populations rurales d'Amazonie brésilienne, les baies d'açai peuvent représenter jusqu'à 42% de l'alimentation en poids sec (3).

Dans son travail intitulé « Les plantes médicinales et toxiques de la Guyane française » en 1897, le Dr Heckel nous fait part que les émulsions à base des fruits du palmier pinot (*E. oleraceae*) et du palmier comou (*Oenocarpus bacaba*) étaient très appréciées par les habitants de Cayenne, dont ils qualifiaient les breuvages de « très adoucissants » et de « tempérants » (3,55).

Les populations Noirs Marrons et Créoles de Guyane française considèrent d'autre part que les boissons préparées à base du wassaï (*E. oleraceae*), mais également du commou (*Oenocarpus bacaba*) et du patawa (*Oenocarpus bataua*), ont la particularité de « donner du sang », et de ce fait sont indiquées pour les personnes atteinte d'hypotension (3,56). La couleur rouge du nectar de wassaï semble être le signe de la capacité à « donner du sang ». Ces populations consomment également le nectar des baies d'açai comme fortifiant, recommandé en cas de forte fatigue ou en période de convalescence (56).

Seul l'épicarpe et le mésocarpe sont comestibles, c'est-à-dire la peau et la pulpe du fruit recouvrant le noyau. La pulpe des baies d'açai sert à la préparation d'une boisson crémeuse

et nutritive consommée fréquemment avec de la farine de manioc, du poisson, de la viande, des crevettes, et constitue un aliment de base des populations locales d'Amazonie (42,47,52).

Pour la préparation traditionnelle du nectar des fruits, la première étape consiste à plonger les baies dans de l'eau dont la température est située aux alentours des 50°C (l'eau bouillante durcit les fruits et les rend inutilisables) puis on ajoute de l'eau pour séparer la pulpe des graines et enfin on réalise une filtration de la bouillie obtenue à l'aide d'un tamis (42,47).

Aujourd'hui la préparation semi-industrielle de ce nectar se réalise grâce à une machine rotative inventée au Brésil qui sépare la pulpe des noyaux au fur et à mesure des ajouts d'eau successifs (42,47).

Les boissons à base de baies d'açaï, plus ou moins épaisses, sont classées en fonction de la quantité d'eau utilisée pendant le processus d'extraction de la pulpe des fruits. Cette classification suit la réglementation du MAPA, le ministère brésilien de l'agriculture et de l'approvisionnement alimentaire (Brazilian Ministry of Agriculture and Food Supply) (43,47,52,57) :

- I : pulpe d'açaï, sans ajout d'eau, avec au moins 40% de solides totaux
- II : açaï spécial ou açaï épais (type A), avec plus de 14% de solides totaux
- III : açaï régulier ou açaï moyen (type B), entre 11 et 14% de solides totaux
- IV : açaï fin ou açaï populaire (type C), entre 8 et 11% de solides totaux

La pulpe d'açaï sans ajout d'eau est principalement étudiée pour la détermination de sa composition. De plus, les machines utilisées dans le commerce pour séparer la pulpe des baies d'açaï ne permettent pas de séparer efficacement celle-ci sans ajout d'eau au cours du processus (43).

De nos jours en Amérique du Sud, les baies d'açaï sont vendues sous la forme de nectar, de pulpe congelée, de poudre, de soupe, de confiture et de jus congelés, utilisés ensuite pour aromatiser des glaces, friandises, gâteaux et bouillie (33,43).

Dans l'état brésilien du Para, les baies d'açaï sont principalement consommées en tant que plat principal, mélangées à de la farine de tapioca, ou alors sous forme de boissons sucrées ou non selon les préférences (52). Dans le Sud et l'Est du Brésil, elles sont consommées avec du sirop de guarana ainsi que des fruits tels que la banane, le kiwi, la fraise, l'ananas, l'orange, la mangue ou encore le fruit de la passion (43,52).

En Guyane française, dans les épiceries et les marchés qui bordent les routes, une coutume veut qu'on affiche un drapeau rouge en devanture lorsque des boissons à base d'açaï sont en

vente. Selon la même coutume, on affiche également un drapeau jaune pour les boissons à base de patawa (*Oenocarpus bataua*) et blanche pour celles à base de comou (*Oenocarpus bacaba*) (3). Les Wayãpi utilisent également les fruits de certains palmiers pour la préparation de bières de manioc (appelées « cachiri »). On peut citer notamment le « wasey li » qui est un cachiri auquel on incorpore du nectar de baie d'açai, et le « palepi li » parfumé à la purée de parépou (3).

Dans les autres pays tels qu'aux Etats-Unis, en Europe, ou encore au Japon, l'açaï est commercialisé sous la forme de poudre, de pulpe congelée, de jus, de smoothie, de boissons énergisantes, de thé et d'infusions, ou encore sous forme de soupe prête à l'emploi (33,47).

Les fruits constituent d'autres part une ressource alimentaire importante pour la faune locale tels que de nombreux mammifères et oiseaux. On peut citer parmi ceux-ci les singes (capucins, singes-araignées), les rongeurs (écureuil, agoutis, acouchis, rat épineux, ...), les toucans, les ortalides (chachalacas) et les tinamous (33). Les graines servent également de source de macronutriments tels que des glucides et des lipides pour d'autres animaux (tapirs, pécaris ou cochon-bois) (3).

#### 1.6.1.1 Boissons énergisantes :

Dans les gymnases brésiliens, le jus des baies d'açaï est très à la mode ; on le consomme mélangé avec de l'avoine et des fruits de guarana, pour donner une boisson permettant de fournir un regain d'énergie considérable (33).

Les baies d'açaï ont en effet une composition riche en vitamines et en minéraux, particulièrement en vitamines E et B1, en calcium, potassium, phosphore, magnésium, et en fer, ce qui leur confère des propriétés énergisantes et toniques très appréciées par les sportifs. Ces fruits sont également riches en lipides, qui représentent environ 90% de la fraction calorique. Ils constituent aussi une bonne source de fibres alimentaires, cependant la teneur totale en sucres digestibles est faible par rapport à d'autres fruits tropicaux (42,43).

Bien qu'il s'agisse d'une pratique courante, la consommation simultanée de jus d'açaï ainsi que de fruits acides, de lait ou d'alcool s'avèrerait déconseillée. Les fruits tels que ceux du cacao, du cupuaçu, ou encore la mangue ou la pastèque, seraient à éviter (33).

### 1.6.1.2 Compléments alimentaires :

Beaucoup de compléments alimentaires contenant des baies d'açaï existent sur le marché, dont on attribue le plus souvent les allégations de santé suivantes :

- Effet anti-oxydant/anti-âge
- Effet anti-inflammatoire
- Effet protecteur, lutte contre le vieillissement des cellules
- Perte de poids

Cependant il existe une mise en garde de la FDA sur certains compléments alimentaires en vente libre sur internet contenant des substances chimiques cachées et des médicaments (sibutramine, fluoxétine, sildénafil). Ces produits, présentés le plus souvent comme « entièrement naturels », sont généralement promus pour l'amélioration des performances sexuelles, la perte de poids ainsi que pour la musculation (58,59).

La sibutramine (SIBUTRAL©) est un médicament qui a été retiré du marché en 2010 en France pour des raisons de sécurité (nombreux effets indésirables, contre-indications physiopathologiques et interactions médicamenteuses), indiqué initialement comme traitement d'appoint dans le cadre d'un programme de contrôle pondéral chez les patients présentant une surcharge pondérale en présence ou non de facteurs de risques liés à l'obésité (diabète de type 2, dyslipidémie) (58–60).

### 1.6.2 La pulpe et l'huile d'açaï, intérêt en cosmétologie :

#### 1.6.2.1 Production de la pulpe d'açaï :

Pour produire la pulpe d'açaï, les fruits suivent un processus comprenant plusieurs étapes :

- **Nettoyage** : Après une étape de sélection des baies (élimination de celles ayant des défauts visuels, maladie, ecchymoses ou lésions causées par des insectes), celle-ci suivent un processus rigoureux de nettoyage en étant immergée dans de l'eau à 3 reprises successives, dont le second lavage est réalisé avec de l'eau chlorée (42,57,61).
- **Blanchiment** : Si le processus de production n'inclut pas d'étape de pasteurisation, les fruits passent alors par une étape de blanchiment, qui consiste à diminuer la teneur

en agents microbiens ainsi que l'air présent dans les fruits, en les plongeant dans une eau chauffée à 80°C pendant une courte durée (10 secondes) (57,61).

- **Ramollissement/Adoucissement** : Pour adoucir l'exocarpe et le mésocarpe et faciliter ainsi l'étape suivante de dépulpage, les baies d'açaï sont plongées dans de l'eau tiède entre 40 et 45°C pendant une durée variable de 10 à 60 minutes. Le temps d'immersion et la température de l'eau sont déterminés en fonction de la provenance des fruits et de leur degré de maturité ; plus les fruits sont mûrs, plus le temps d'immersion sera court (42,61).
- **Dépulpage** : Cette étape consiste à séparer l'exocarpe et le mésocarpe de la graine très volumineuse (80% du volume du fruit). Elle se réalise au moyen de machines en acier inoxydable appelées « batteurs », constituées d'un cylindre vertical et d'un axe rotatif équipé de lames qui favorisent le frottement des fruits, avec un ajout progressif d'eau pour diluer la pulpe et faciliter le processus. La pulpe passe à travers un filtre puis est récupérée dans des bols en acier inoxydable. Les graines ainsi séparées de la pulpe pourront servir dans d'autres utilisations (bijouterie, engrais, etc..). Le jus obtenu est tamisé pour éliminer les impuretés restantes, et ensuite homogénéisé (42,47,61).
- **Clarification** : Cette étape est facultative et consiste à éliminer la plupart des composés solides insolubles (lipides, fibres) pour améliorer les caractères organoleptiques du jus et son acceptabilité commerciale. Cependant, cette étape peut avoir un effet néfaste sur la teneur en anthocyanes et autres composés phénoliques présents, ce qui par conséquent réduirait la capacité antioxydante du jus (42).

#### 1.6.2.2 Processus de stabilisation de la pulpe :

La pulpe obtenue après homogénéisation a cependant une conservation très limitée, en raison d'un taux élevé de contamination microbienne et de décomposition. Pour remédier à cela, la pulpe doit passer par un processus permettant d'augmenter sa stabilité. Plusieurs méthodes existent, notamment la pasteurisation et la déshydratation ou encore la congélation (42,57,61,62).



#### 1.6.2.2.1 Pasteurisation :

On réalise un traitement de la pulpe à 90°C pendant 10 minutes, ce qui permet d'éliminer moisissures et levures, et entraîne aussi une dénaturation totale de la peroxydase (POD) et de la polyphénol-oxydase (PPO), deux enzymes végétales appartenant au groupe des oxydoréductases (42). En revanche elle provoque aussi une forte diminution des anthocyanes responsables de l'activité antioxydante des fruits. Cette méthode permet néanmoins une conservation de la pulpe pour une durée de 10 jours à 4°C. L'ajout d'acide citrique concentré jusqu'à 5% permet également une destruction des bactéries et des enzymes, et favorise également la conservation des composés phénoliques de la pulpe (42,61).

#### 1.6.2.2.2 Déshydratation :

C'est le moyen le plus efficace pour conserver la pulpe des baies d'açai, car en réduisant la quantité d'eau on inhibe la croissance bactérienne et on diminue les réactions de dégradation (42,57,63). Plusieurs procédés ont été mis en place pour la déshydratation :

- La lyophilisation :

C'est une méthode de séchage à basse température où l'eau est dissipée par sublimation. Cette méthode permet d'obtenir des produits de bonne qualité car les conditions opératoires n'altèrent pas les composés phytochimiques, la couleur et le goût du fruit. La poudre obtenue est de couleur pourpre sombre, avec une teneur importante en anthocyanes. Bien que cette technique soit largement utilisée elle reste néanmoins très coûteuse (63).

- Le séchage par pulvérisation :

Cette méthode, aussi appelée « atomisation », consiste à souffler un courant d'air chaud dans le but de réduire progressivement le taux d'humidité. Cependant les conditions du mode opératoire (température d'entrée de l'air de 135 à 140 °C, température de sortie de l'air de 85 à 90 °C, pression de 4,9 à 6,2 kg/cm<sup>2</sup>) ont pour inconvénient d'entraîner une perte des valeurs nutritionnelles et des propriétés sensorielles de la pulpe (42,63).

- Le séchage par fenêtre de réfraction :

Cette méthode consiste à étaler la pulpe en couche mince sur la surface supérieure d'une bande transporteuse (conveyor belt) en plastique transparent. Un flux d'eau chaude circule sous cette bande en plastique, permettant un transfert de chaleur à la pulpe. L'eau circulante est à une température d'environ 94°C, un peu en dessous du point d'ébullition pour éviter la formation de bulles qui perturberait le transfert de chaleur. La pulpe atteint ainsi une température entre 62 et 71°C au cours de ce procédé, qui dure généralement entre 1min 15s et 1min 29s. Les produits obtenus par cette méthode sont de bonne qualité car le temps de manipulation est court et car les températures restent modérées. Ce processus de séchage est particulièrement adapté aux produits liquides et semi-liquides comme les purées et les jus contenant des particules (63).

- Le séchage sous vide à micro-ondes :

Ce processus combine le séchage sous vide à basse température et le séchage rapide par émission d'un rayonnement micro-onde. L'installation comprend généralement 4 composants principaux : une pompe à vide, une chambre à vide, une alimentation en chaleur et un condenseur. L'avantage de cette méthode est qu'on réduit le temps de déshydratation, cependant elle est rarement utilisée car son coût d'exploitation est élevé (61,64).

### 1.6.2.3 Extraction des composants phénoliques de la pulpe :

Une fois la pulpe stabilisée ainsi qu'au cours de sa production, il est possible d'isoler et d'extraire certains composants phénoliques de celle-ci. Ceci permet de faciliter son application cosmétique. Voici les principales méthodes utilisées :

- Extraction à l'acide chlorhydrique et au méthanol :

On procède à un lavage de la pulpe d'açaï homogénéisée à l'acide chlorhydrique à 0.5% dans du méthanol, puis le mélange est filtré et les solides sont lavés une deuxième fois par de l'acide chlorhydrique à 0,5% dans du méthanol. Les extraits obtenus sont ensuite concentrés dans un évaporateur rotatif, dans des conditions de température inférieure à 38 °C. Ceci permet l'obtention de l'extrait brut.

15 grammes d'extrait brut sont acidifiés par 5 ml d'acide formique aqueux à 10%, puis dilués avec 50 ml d'eau et enfin lavés deux fois avec 150 ml d'acétate d'éthyle. On applique ensuite la phase aqueuse à une chromatographie sur colonne ouverte, puis les anthocyanes sont élués par un mélange d'acide acétique/méthanol (1:19) (61).

- Macération et extraction à l'éthanol :

On réalise dans un premier temps une décoction de la pulpe. Pour cela, 200g de pulpe sont plongés dans 400 ml d'eau portée à ébullition pendant 5 minutes, broyés pendant 2 minutes, puis maintenus sous ébullition pendant 5 minutes additionnelles. Une fois la décoction à température ambiante, on l'extrait avec 400 ml d'éthanol, puis on réalise une agitation pendant 2 heures. Le mélange est stocké dans un récipient opaque placé dans un réfrigérateur à 4°C pendant 10 jours. Les extraits hydroalcooliques obtenus après macération sont ensuite filtrés et placés à basse pression à 55 °C pour évaporer l'éthanol. L'extrait pourra ensuite être lyophilisé et congelé à - 20 °C (61).

- Méthodes supercritique et subcritique :

L'utilisation de ces méthodes est le meilleur moyen de contrôler la solubilité du solvant et de conserver la pureté du produit (64).

o Extraction au dioxyde de carbone supercritique :

L'extraction se réalise sous haute pression, ce qui permet d'utiliser des températures assez faibles ainsi que de diminuer le temps d'extraction. Cette technique permet de préserver les anthocyanes dans la pulpe non contaminée par le solvant. L'utilisation d'éthanol en tant que co-solvant permet de diminuer le temps de transfert de masse des composants non polaires (64).

o Extraction à l'eau subcritique :

Cette méthode permet également de préserver les anthocyanes. L'extraction à l'eau subcritique se réalise dans des conditions de pression élevées et des températures assez basses, car les anthocyanes sont des composés hautement labiles en température (64).

#### 1.6.2.4 Production d'huile d'açai :

L'huile extraite à partir des graines d'açai est très riche en phytostérols et en acides gras oméga 6 et 9 dont la composition est comparable à celle de l'huile d'olive. On retrouve son utilisation aussi bien en cosmétique que dans l'industrie alimentaire (65). Les étapes du processus de fabrication sont :

- **Stérilisation** : Pour inhiber les processus de dégradation des huiles, on réalise une stérilisation de l'huile par catalyse enzymatique (65).
  
- **Malaxage** : étape de malaxage des baies par réchauffement à 100°C dans le but de les préparer à l'opération de pressage (65).
  
- **Extraction** : l'extraction mécanique de l'huile se fait par pressage avec des presses continues à vis. Ce procédé est relativement simple et économique, cependant le rendement est plus faible et il ne limite pas la présence d'impuretés comme les débris cellulaires. Le rendement du processus après 4 heures d'extraction est relativement faible, de l'ordre de 8 à 9 % (65).  
On peut aussi réaliser une extraction chimique de l'huile (à l'hexane par exemple), qui permet d'obtenir une huile de meilleure qualité bien que le processus soit plus coûteux que le procédé mécanique (65).
  
- **Raffinage** : Les procédés de raffinage sont nombreux et permettent d'obtenir une huile de couleur vert foncé et sans odeur en particulier (65).  
On peut neutraliser l'huile dans le but d'éliminer les acides gras libres par entraînement à la vapeur ou à la soude. L'huile peut aussi être décolorée en éliminant les pigments par adsorption, ou alors désodorisée dans des conditions de température élevée pour éliminer les composés volatiles responsables de certains caractères organoleptiques de l'huile (goût, odeur) (65).
  
- **Conservation** : Après filtration et évaporation du solvant, l'huile est conservée au réfrigérateur à 4°C (65).

### 1.6.2.5 Applications cosmétiques :

La pulpe des baies d'açaï est la partie du fruit la plus utilisée en cosmétologie (61). Les principales utilisations cosmétiques des baies d'açaï issues d'*E. oleraceae* sont des crèmes anti-rides, des crèmes pour les pieds, des shampoings et après-shampoings, des produits revitalisants pour les cheveux et conditionneurs capillaires, des élixirs de beauté ainsi que des produits hydratants pour le corps (Figure 14) (49). Ces produits mettent en avant les propriétés nourrissantes des baies d'açaï, ainsi que la brillance et l'amélioration de la structure des cheveux (49). De plus, le taux élevé d'anthocyanes (composés anti-oxydants) présents dans les extraits de baies d'açaï s'avèrerait bénéfique dans le traitement des troubles cutanés, d'où la formulation de crèmes et de lotions hydratantes (49).

Des émulsions inverses d'extrait de pulpe d'açaï sont utilisées pour formuler des crèmes photo-protectrices. Des émulsions multiples sont également formulées à base d'huile de pulpe d'açaï, ainsi que des gels à base de pulpe d'açaï (61).

La rhéologie de la poudre d'açaï lyophilisée permet de formuler des gélules, des comprimés et des sachets individuels (61,62). Cette pulpe d'açaï lyophilisée a suivi un processus de déshydratation qui a permis à la fois de conserver la qualité du produit sans détérioration, et d'en augmenter les avantages (62).



Figure 14 : Schéma de l'utilisation des baies d'açaï dans les produits cosmétiques selon Herculano (2013), design de Jansen Mauro (49):

### 1.6.3 Utilisations des autres parties de la plante :

Les palmiers font partie des plantes pour lesquelles toutes les parties de la plante peuvent être utilisées. Ainsi beaucoup d'autres parties que les fruits du palmier peuvent être exploitées dans diverses utilisations.

#### 1.6.3.1 Le bois :

Le bois provenant des troncs est utilisé dans diverses constructions, notamment pour l'encadrement des portes des maisons, et pour la construction de ponts sur les ruisseaux. Il est utilisé également pour fabriquer du plancher, des cloisons, des gouttières, des chevrons, des poteaux, des perches, des arcs, ainsi que pour la confection de petits objets (33,47).

En comparaison, le bois obtenu à partir des stipes d'*E. oleraceae* est plus facile à travailler que celui de l'awara-monpé (*Socratea exorrhiza*) qui est très utilisé par les Wayãpi pour la confection de lattes de plancher (le nom désignant cette espèce est « pasi'i », signifiant aussi plancher), en revanche le bois d'*E. oleraceae* est moins solide et résistant que ce dernier (3).

#### 1.6.3.2 Les feuilles :

Les feuilles peuvent être utilisées dans la construction du toit des maisons, pour recouvrir les abris de chasse, et ce en raison de leur grande souplesse (10,47). Elles peuvent également servir via l'artisanat pour la confection de tapis, de chapeaux, de cordes, d'éventails pour attiser le feu, de paniers et de hottes, cependant la majorité des vanneries d'Amazonie sont réalisées en fibres issues de palmier bêche, avec un taux d'utilisation de 43% dans la frange méridionale de l'Amazonie (3,47). De plus, la spathe recouvrant l'inflorescence peut servir à la confection de jouets pour les enfants (bateaux) ainsi que de hamacs pour les bébés (33).

Les longues pennes fines et souples de l'açaï permettent de tresser une hotte de chasse provisoire : le « catouri ». C'est une hotte ouverte tressée à l'aide de deux demi-palmes, qui ne sera qu'éphémère et jetée après son utilisation. Son usage et sa technique de tressage sont très répandus et connus de toutes les communautés rurales de Guyane française. La réalisation de différentes poches à usage unique est également possible avec les feuilles de ces palmiers, notamment pour le transport de fruits et de petits gibiers à plumes (3).

Pour réaliser la construction du toit d'un carbet de 75 m<sup>2</sup>, de 800 à 1000 palmes du palmier pinot sont nécessaires, ce qui représente 80 à 100 stipes abattus (3).

On peut aussi retrouver l'utilisation des feuilles du palmier pour la production d'engrais et pour l'alimentation des animaux. D'autres part les grandes feuilles servent de refuges aux petits animaux, de lieu de perchoir et de nichoir pour les perroquets, chauve-souris et oiseaux de la faune locale (à l'abri des prédateurs grâce à l'absence de branches et de lianes) (3,14).

### 1.6.3.3 Les graines :

Les graines des baies d'açai peuvent être utilisées pour la production d'engrais. Pour cela, il est nécessaire de laver et de faire bouillir les graines pour éviter la germination de celles-ci, et ensuite les laisser sécher avant de les utiliser en tant que fertilisant (33).

Elles peuvent aussi, une fois sèches, servir à la confection de bijoux tels que des bagues, bracelets, colliers et pendentifs. Les marchés brésiliens et guyanais regorgent de bijoux confectionnés avec des graines de baies d'açai, polies, percées et colorées pour donner de belles perles. Les graines d'*E. precatória* sont très prisées pour la confection de bijoux en raison de leur couleur blanche (33,47).

Les graines peuvent également être utilisées en cosmétologie, une fois séchées et moulues, notamment en tant qu'agent abrasif ou en tant que revitalisant (61).

Les amérindiens palikur utilisent également les graines sèches, torréfiées et pilées pour préparer une tisane prise en décoction comme remède contre l'asthme et le diabète (47).

### 1.6.3.4 Le bourgeon terminal

Le bourgeon terminal, plus connu sous son appellation commerciale « cœur de palmier », est comestible. Également appelé « chou-pinot » en Guyane, le bourgeon terminal d'*Euterpe oleraceae* est un des plus utilisé parmi les autres palmiers car le port de ce palmier étant cespiteux, l'abattage d'un ou plusieurs stipes sur le même pied n'engendre pas le déclin de

celui-ci, contrairement aux espèces monocaulées (10). En effet, l'extraction du cœur de palmier chez l'espèce monocaulée *E. precatória* entraîne la mort du palmier (33).

Les cœurs de palmiers sont consommés frais, en salades, ou sont conditionnés en conserves et commercialisés dans le reste du monde. L'exploitation industrielle des cœurs de palmier pinot est majoritairement développée au Brésil et au Venezuela. Les cœurs de palmier d'autres espèces sont également consommés, par exemple ceux du palmier pêche (*Bactris gasipaes*), du cocotier (*Cocos nucifera*), du palmier maripa (*Attalea maripa*), ou encore ceux d'*Astrocaryum jauari* (3).

D'autre part selon GRENAND et al (1987), les cœurs du palmier pinot ainsi que ceux du palmier comou (*Oenocarpus bacaba*) peuvent être utilisés comme cicatrisant sur les coupures franches, après avoir été desséchés et pulvérisés ou pressés pour en extraire la sève, et utilisés comme emplâtre (10). La sève du palmier *E. oleraceae* est également très utilisée par les Palikur de l'Est de la Guyane française comme agent cicatrisant pour les plaies superficielles (56). Les cœurs de palmiers sont également utilisés par les Palikur comme remède d'urgence contre les morsures de serpents venimeux, ils appliquent pour cela directement le bourgeon terminal sur la morsure (3,47).

Enfin, les Wayana et les Wayãpi utilisaient les bourgeons terminaux de palmier pinot pour fabriquer du sel végétal. Pour cela, les cœurs de palmiers étaient brûlés à l'étouffée, et ensuite les cendres étaient tamisées avec de l'eau puis laissées à sécher (3).

#### 1.6.3.5 Les racines :

Les racines du palmier *E. oleraceae*, après avoir été pressées, permettaient d'obtenir une sève qui pouvait servir à remplacer le sel pour assaisonner les aliments (10,47). Pour fabriquer du sel végétal, les Kali'na utilisaient quant à eux l'écorce du palmier. Ces pratiques ont été abandonnées car aujourd'hui l'approvisionnement en sel d'origine marine est plus facile qu'autrefois grâce au commerce (3,47).

Les jeunes racines d'*Euterpe oleraceae* auraient également des vertus antiparasitaires et anti-diarrhéiques une fois ingérées sous forme de thé médicinal. La décoction des racines écrasées et bouillies dans de l'eau est prise à raison de trois fois par jour pour traiter la fièvre paludique (3,33,47).

Au Pérou, les racines d'*E. precatória* sont utilisées pour guérir les troubles rénaux et hépatiques. De plus, le jus obtenu en pressant les jeunes racines ainsi que les jeunes feuilles



d'*E. precatória* est utilisé comme remède en cas de morsures de serpent, mais également comme traitement contre l'anémie (33).

De plus en Guyane française, chez les Noirs Marrons, les racines du palmier pinot sont utilisées en décoction, mais également celles de l'awara-monpé, d'awara et de coco, pour baigner les femmes enceintes dans le but de faire grossir le bébé (3).

#### 1.6.3.6 Les tiges des fruits :

Les longues tiges des fruits, ou rachilles, peuvent être utilisées par exemple comme engrais, ou alors elles peuvent aussi servir dans la confection d'objets tels que des balais. De plus, une fois brûlées, on peut s'en servir comme répulsif à insectes (3,33).

#### 1.6.4 Autres usages :

##### 1.6.4.1 Agent de contraste en imagerie médicale :

Les baies d'açai peuvent être utilisées en technique d'imagerie médicale IRM digestive en tant qu'agent de contraste pour améliorer la qualité de l'examen, notamment dans l'examen du tractus gastro-intestinal. L'açai contient en effet des métaux tels que le fer, le cuivre, le manganèse (66).

Dans l'examen IRM du tractus gastro-intestinal étudié par Córdova-Fraga et al. (2004), suite à l'administration orale de pulpe de baie d'açai provenant d'*E. oleraceae*, on constate une augmentation du contraste du signal en T1, comparable à l'acide gadolinium-diéthyltriamine pentaacétique (gadolinium-diethyltriamine pentaacetic acid), ainsi qu'une opacification en T2, révélant un bon contraste sur les parois des tissus gastriques (66).

Au cours de cette étude, l'ingestion d'açai chez l'homme améliore le contraste et augmente la définition dans l'examen de l'estomac. Le point positif également mis en avant est que l'açai n'engendre aucune conséquence collatérale (66).

Une étude de Tiago Arruda Sanchez et al, (2009), évalue le potentiel des baies d'açai (*E. oleraceae*) en tant qu'agent de contraste négatif administré par voie orale dans l'examen

MRCP (magnetic resonance cholangiopancreatography). L'étude évalue l'efficacité de la pulpe des baies d'açaï à réduire le signal de chevauchement (overlap signal) sur les voies pancréatico-biliaire (67).

Cette étude a obtenu des résultats prometteurs, avec une opacification du signal pondéré en T2, résultant de la suppression du chevauchement (overlapping) des boucles intestinales et du contenu gastrique. Cette opacification entraîne une amélioration du contraste au niveau de la vésicule biliaire, du canal biliaire commun, de l'ampoule de Vater ainsi qu'au niveau du canal pancréatique. De plus, aucun effet indésirable n'a été signalé au cours de cette étude (67).

Les résultats de ces études suggèrent que la pulpe des baies d'açaï pourrait être utilisée en routine en tant qu'agent de contraste oral au cours des examens radiographiques du tractus gastro-intestinal et en MRCP (66,67).

#### 1.6.4.2 Colorants et teintures :

Enfin, un autre usage des baies d'açaï est l'utilisation en tant que matière première pour la formulation d'additifs colorants (color additive). Les extraits aqueux issus des baies d'açaï sont riches en anthocyanes et ne présentent pas d'effets toxiques. Les pigments peuvent être également utilisés pour fabriquer des teintures (43,68).

## 2 Etude phytochimique des baies d'açaï :

### 2.1 Valeurs énergétiques :

L'analyse de la composition nutritionnelle de la pulpe des baies d'açaï lyophilisées provenant de l'espèce *E. oleraceae* a été réalisée par Schauss et al (2006) (69,70). Une autre analyse de Menezes et al (2008) rapporte des valeurs légèrement différentes de celles observées précédemment (71). D'autres part, l'analyse de plusieurs pulpes commerciales et non commerciales par Carvalho et al (2016) présente une composition variable concernant les quantités de macronutriments et de substances chimiques présentes dans les fruits de l'espèce *E. oleraceae* (72). Les résultats ont été exprimés pour 100 g de matière sèche de pulpe lyophilisée dans le Tableau IV (72,73).

Les différences que l'on retrouve à travers les résultats obtenus peuvent être attribuées à plusieurs facteurs tels que le degré de maturité des fruits, la localisation géographique et le climat, les conditions de culture et de récolte des fruits, les procédés de fabrication et de traitement de la pulpe, les méthodes d'analyse, ainsi que de la variabilité génétique des espèces (72). De plus, les variations que l'on peut observer au niveau de la teneur en eau (humidité) des échantillons sont probablement dues à des différences dans le processus de séchage des produits (72).

Tableau IV : Composition nutritionnelle des fruits lyophilisés de l'espèce *E. oleraceae*, selon les études de Carvalho et al (2016) et de Schauss (2016) (72,73):

	Quantité pour 100g de matière sèche
Energie	489,4-533,9 kcal
Lipides totaux	32,5-52,9 g
Dont saturés	8,1 g
Glucides totaux	42,5-52,2 g
Dont sucres	1,3-3,5 g
Dont fibres	6,8-44,2 g
Protéines	8,1-9,2 g
Humidité	1,88-4,92 g
Cendres	3,7-4,9 g

La matière sèche des baies d'açai est composée d'environ 40 à 50% de lipides, 25% de fibres et 10% de protéines, ce qui octroie à ces fruits un fort indice calorique (74–77). En effet dans le jus d'açai, 70 à 90% des calories totales sont représentées par les lipides. Cette teneur élevée en lipides confère à cette boisson une grande valeur énergétique (71,74,78,79). Le jus des fruits d'*E. precatória* provenant de différentes municipalités des états brésiliens de l'Amazonas et du Pará représente en moyenne  $49 \pm 4,15$  kcal pour 100 g de matière fraîche (78).

Les baies d'açai sont également une source de fibres alimentaires. Le jus des fruits d'*E. precatória* contient jusqu'à 7,8% de son poids en fibres (78). Parmi les glucides, les sucres sont relativement peu présents dans les baies d'açai, avec entre 1,30% et 3,55% du poids total de matière sèche. Les principaux glucides sont le glucose, le fructose et le saccharose (69,71,74).

## 2.2 Composition lipidique :

Les baies d'açai provenant de l'espèce *E. oleraceae* ont une composition riche en acides gras qui présentent un taux d'insaturation élevé de l'ordre de 68-71%, dont 60,2-60,8% d'acides gras monoinsaturés et 7,8-11,1% d'acides gras polyinsaturés (69,76,80). Les acides gras

insaturés étant plus fluides que les acides gras saturés, la proportion majoritaire des fruits d'*E. oleraceae* en acide gras insaturés est donc déterminante pour le nom de l'espèce, car « oleraceae » vient de « oil » pour huile en anglais (74).

Les acides gras insaturés constituant les baies d'açai provenant de l'espèce *E. oleraceae*, sont l'acide oléique, l'acide linoléique, l'acide palmitoléique et l'acide linoléique (69,71,74,81). Les deux acides gras majoritaires sont l'acide oléique (52-60%) et l'acide palmitique (22-26%), avec d'autres composants retrouvés en plus faibles quantités tels que l'acide linoléique (12-16%), l'acide palmitoléique (2-5%), l'acide stéarique (1-2%) et l'acide linoléique (0,6-0,8%) (69,71,76,80,82).

Les principaux acides gras identifiés par Yuyama et al (2011) dans le jus des fruits d'*E. precatória* sont l'acide oléique (68,2%) et l'acide palmitique (17,5%). On note également la présence d'acides gras polyinsaturés tels que l'acide linoléique (7,5%) et l'acide linoléique (1,7%). Les fruits présentent un taux de 68 à 71% d'acides gras monoinsaturés et 7,7 à 10,6% d'acides gras polyinsaturés (74,78). Les profils lipidiques des deux espèces sont donc similaires, majoritairement insaturés, avec l'acide oléique comme principal composant.

Les acides gras essentiels tels que l'acide oléique, linoléique et linoléique jouent un rôle prépondérant dans la réduction du cholestérol LDL, des triglycérides sanguins ainsi que pour la réduction du cholestérol total, sans avoir d'impact sur le taux de cholestérol HDL ni sur le taux de VLDL (74,78). Leurs consommations sont recommandées dans la prévention des maladies cardio-vasculaires (80).

A propos des différentes parties du fruit de l'espèce *E. oleraceae*, la composition en acides gras s'est révélée similaire entre le péricarpe, l'endocarpe, la graine du fruit ainsi que dans le fruit entier. Les acides gras insaturés étaient majoritaires dans toutes les parties du fruit (>50% des acides gras totaux), avec l'acide oléique présent à 45,1%, 45,7% et 45,5% respectivement dans le péricarpe, l'endocarpe et le fruit entier. L'acide palmitoléique est un acide gras monoinsaturé présent à 4,2%, 4,8%, 4,3% respectivement dans le péricarpe, l'endocarpe et dans le fruit entier (74).

L'huile enrichie en polyphénols extraite des fruits provenant d'*E. oleraceae* est caractérisée par sa couleur vert foncé, sa nature visqueuse, et un arôme particulier rappelant celui de la pulpe des fruits (82). Le goût noisette qui peut être perçu dans les produits à base d'açai est dû à la présence d'acide palmitique (76).

## 2.3 Vitamines et minéraux :

La teneur en vitamine C des fruits de l'espèce *E. oleraceae* est de  $84,0 \pm 10\text{mg}$  pour 100g de pulpe fraîche, ce qui est relativement faible par rapport à d'autres fruits tropicaux tels que l'acerola (*Malpighia emarginata*) et le camu-camu (*Myrciaria dubia*) avec  $1375 \pm 9,5\text{mg}$  et  $1882 \pm 43,2\text{mg}$  respectivement pour 100g de pulpe fraîche (83).

La vitamine E désigne l'ensemble des tocophérols et tocotriénols, qui sont constitués d'un noyau 6-chromanol polaire et d'une chaîne phytyle entièrement saturée pour les tocophérols, et polyinsaturée pour les tocotriénols. Le nombre et la position des groupes méthyles fixés sur le cycle phénolique distinguent les différents tocophérols et tocotriénols ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , et  $\delta$ ). La chaîne aliphatique de la vitamine E lui confère son caractère lipophile et permet donc son incorporation dans les membranes cellulaires (65,84). L'  $\alpha$ -tocophérol est celui dont l'activité antioxydante est la plus puissante parmi les tocophérols et tocotriénols correspondants (84).

La pulpe des baies d'açaï renferme de nombreux tocophérols tels que l' $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -, et  $\delta$ -tocophérols (Figure 15). Cette richesse en vitamine E ( $394 \mu\text{g}$  d' $\alpha$ -tocophérol par gramme de matière sèche) confère à ces fruits d'indéniables qualités nutritionnelles (74). L'huile extraite de la pulpe des fruits d'*E. oleraceae* contient des tocophérols (principalement l'  $\alpha$ -tocophérol), des tocotriénols (36,5%), néanmoins le  $\delta$ -tocophérol n'a pas été retrouvé bien qu'il soit particulièrement antioxydant (65).

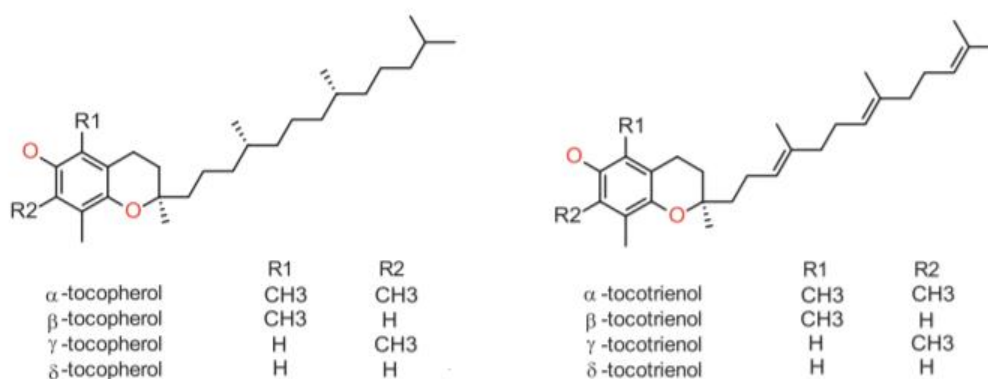


Figure 15 : Structure chimique des différents tocophérols et tocotriénols (85):

Les baies d'açai renferment de nombreux composés inorganiques ; on peut citer notamment le phosphore, le fer, le zinc, le nickel, le manganèse, le sodium, le calcium, le cuivre, le chrome, le bore, le magnésium, et le potassium (71,74,76,78). Les deux minéraux les plus abondants sont le potassium et le calcium avec 900mg et 330mg respectivement pour 100g de pulpe (matière sèche) (71).

Le jus des baies d'açai provenant de l'espèce *E. precatória* est particulièrement riche en potassium et en calcium, ainsi que d'autres éléments mineurs tels que le fer et le zinc (78). Cependant, des tests expérimentaux ont démontré que le fer présent dans les baies avait une biodisponibilité faible, et donc que l'açai ne devrait pas être recommandé en tant que source de fer dans l'alimentation, mais plutôt en tant que source d'énergie (78). En effet le fer contenu dans les produits végétaux, le fer ferrique ou non héminique, a une biodisponibilité plus faible que le fer contenu dans les produits animaux, le fer ferreux ou le fer héminique, car il doit subir une réaction de réduction avant de pouvoir être absorbé par les entérocytes (71). De plus la teneur élevée des baies d'açai en fibres pourrait limiter davantage la biodisponibilité du fer (76).

Concernant les métaux lourds présents dans les baies d'açai, Schauss et al (2006) ont identifié la présence de quantités très faibles de plomb, d'arsenic, de cadmium et de mercure (Tableau V) (69).

Tableau V : Métaux lourds présents dans la pulpe lyophilisée des fruits d'*E. oleraceae* (69):

Métaux lourds	Résultats (ppb)
Plomb	36,77
Arsenic	9,51
Cadmium	9,41
Mercure	1,58

## 2.4 Acides aminés :

Les acides aminés présents dans les baies d'açai représentent entre 7,59% et 8,13% du poids sec (69,71). Dix-neuf acides aminés ont été détectés par Schauss et al (2006), à savoir :

- L'acide aspartique, la thréonine, la sérine, l'acide glutamique, la glycine, l'alanine, la valine, la méthionine, l'isoleucine, la leucine, la tyrosine, la phénylalanine, la lysine, l'histidine, l'arginine, la proline, l'hydroxyproline, la cystine et le tryptophane.

Un litre de jus d'açaï contient 12,6 g de protéines, ce qui représente 25 à 30% des AJR (apports journaliers recommandés) (74). Les acides aminés majoritaires sont la méthionine, la lysine, la phénylalanine et la thréonine (74).

## 2.5 Composition phytochimique :

Les composés phénoliques sont des molécules constituées d'un noyau aromatique pouvant contenir un ou plusieurs substituants hydroxyles, et peuvent inclure différents groupes fonctionnels dérivés (ester, glycosides, etc). Les polyphénols sont constitués de plusieurs groupements phénoliques et peuvent être aussi bien des molécules simples comme les acides phénoliques, que des composés très polymérisés comme les tanins et lignanes (84,86). Les polyphénols sont des métabolites secondaires des végétaux, synthétisés en réponse aux agressions et aux stimuli environnementaux comme les rayonnements UV (84). Ils sont divisés en plusieurs classes qui se distinguent en fonction de leur structure moléculaire ; les phénols simples, les acides phénoliques, les naphthoquinones, les stilbènes ou stilbènoïdes, les flavonoïdes, les anthocyanes et les formes polymérisées comme les lignanes, les lignines, et les tanins condensés également appelés procyanidines ou proanthocyanidines (84,86).

La pulpe des baies d'açaï contient de nombreux polyphénols incluant des anthocyanes, des proanthocyanidines, ainsi que d'autres flavonoïdes, des acides phénoliques, des stilbènes et des lignanes (73). Les deux espèces *E. oleraceae* et *E. precatória* partagent un profil similaire en polyphénols, cependant il existe des variations significatives des concentrations individuelles parmi les composés phénoliques (87). Globalement les teneurs en polyphénols sont supérieures chez l'espèce *E. precatória* par rapport à l'espèce *E. oleraceae* (87).

Les baies d'açaï contiennent également des substances lipophiles dont des composés volatiles et autres terpénoïdes, comme des phytostérols, des caroténoïdes et des triterpènes pentacycliques (85).



Les teneurs en substances phytochimiques de la pulpe des fruits peuvent varier considérablement à travers les analyses observées dans la littérature, ceci en raison de différents facteurs tels que les procédés suivis pour l'obtention et le traitement de la pulpe ainsi que la quantité d'eau ajoutée lors de la fabrication de celle-ci. Par ailleurs, d'autres facteurs influencent également les quantités de substances présentes dans les fruits, tels que le degré de maturité, les conditions de culture et de récolte, le climat, la localisation géographique, et la variabilité génétique des espèces (72).

### 2.5.1 Les anthocyanes :

Les anthocyanes sont des flavonoïdes de couleurs vives, responsables de la couleur rouge, bleue et violette des fruits. Ils sont particulièrement abondants dans les fruits tels que les myrtilles et le cassis (83). Les anthocyanes présents dans les baies d'açaï sont les composés à l'origine de leur couleur pourpre ainsi que de leur activité antioxydante. Ce sont des glycosides d'anthocyanidines qui possèdent dans leur noyau de base l'ion 4-hydroxyflavilium (74,88).

Une étude de Pacheco-Palencia et al (2009) rapporte que la teneur totale en anthocyanes est 50% plus importante chez l'espèce *E. precatoria* que chez l'espèce *E. oleraceae*. Les quantités de substances bioactives présentes sont différentes mais la plupart des profils en anthocyanes sont cependant similaires en CLHP (chromatographie en phase liquide à haute performance) (74,87). Les anthocyanes sont les polyphénols prédominants et représentent plus de 90% des polyphénols totaux pour les deux espèces *E. oleraceae* et *E. precatoria* (87).

Les deux anthocyanes prédominants dans la composition des deux espèces sont la cyanidine-3-O-glucoside (kuromanine) et la cyanidine-3-O-rutinoside (keracyanine) (69,75,78,89). Les autres anthocyanes présents dans la pulpe des fruits sont la péonidine-3-O-rutinoside, la péonidine-3-O-glucoside, la cyanidine-3-O-sambubioside, la cyanidine-3-arabinoside, la cyanidine-3-arbinosylarabinoside, la cyanidine-3-acétylhexoseet la pelargonidine-3-O-glucoside (Figure 16) (68,70,73,75,77,81,88,90). Ces anthocyanes ne sont présents qu'en quantités minoritaires par rapport aux deux anthocyanes prédominants (69,75,81).

La teneur totale en anthocyanes contenue dans la pulpe fraîche des fruits d'*E. oleraceae* est de  $2247 \pm 23$  mg/kg et celle d'*E. precatoria* atteint  $3458 \pm 16$  mg/kg (87). Ces fruits sont donc

considérés comme étant riches en anthocyanes (90,91). Dans la composition des fruits d'*E. precatória*, la cyanidine-3-rutinoside représente 87,5% des anthocyanes totales et la cyanidine-3-glucoside représente 13,2% (78).

La cinétique d'accumulation des anthocyanes au cours de la maturation des fruits a été étudiée, la concentration suivant une allure sigmoïdale en fonction du temps et du degré de maturité (91). La cyanidine-3-glucoside et la cyanidine-3-rutinoside sont dans un premier temps présents dans des proportions similaires (1 : 1), puis plus on avance dans les stades de maturation, plus la cyanidine-3-glucoside devient peu à peu moins abondante que la cyanidine-3-rutinoside, jusqu'à un ratio de 1 : 4 (75,91). Cette étude nous montre que la quantité totale d'anthocyanes varie en fonction du niveau de maturation des fruits, et donc que la sélection du meilleur stade de récolte des fruits est très importante pour maximiser leur teneur en polyphénols et ainsi leur effet potentiel anti-oxydant (74). Il est recommandé de récolter les fruits lorsque 85% de la concentration maximale est atteinte, c'est-à-dire entre 48 et 72 jours après le changement de coloration des fruits du vert au noir, lorsque plus de 60% de la cuticule des fruits est recouverte d'une fine couche de cire (91). Les quantités totales d'anthocyanes augmentent pendant la maturation des fruits, cependant d'autres composés tels que les flavones et les acides hydroxycinnamiques diminuent progressivement (75,85).

Les anthocyanes se dégradent rapidement dans des conditions de températures élevées, et cette dégradation est directement corrélée aux temps d'exposition à la chaleur, traduisant une stabilité thermique faible. De plus, les anthocyanes possèdent des stabilités thermiques différentes, de ce fait la prédominance d'une anthocyane dans la composition d'un fruit sera déterminante pour sa stabilité thermique. La cyanidine-3-rutinoside présente une meilleure stabilité thermique que la cyanidine-3-glucoside (87).

La cyanidine-3-rutinoside représente environ 90% des anthocyanes totales d'*E. precatória* et environ 55% pour *E. oleraceae*. Ces distinctions expliquent les différences de stabilité entre les deux espèces vis-à-vis de la chaleur, *E. precatória* présentant une stabilité accrue (87).

De plus, lorsque les anthocyanes sont en présence d'acide ascorbique, leur combinaison conduit à une dégradation mutuelle qui entraîne une diminution de la stabilité des composés ainsi qu'une diminution de l'intensité de la couleur (88,92).

En comparaison, les polyphénols non-anthocyaniques tels que les acides phénoliques, les flavones glycosides et les dérivés flavonol démontrent une bonne stabilité thermique (87).

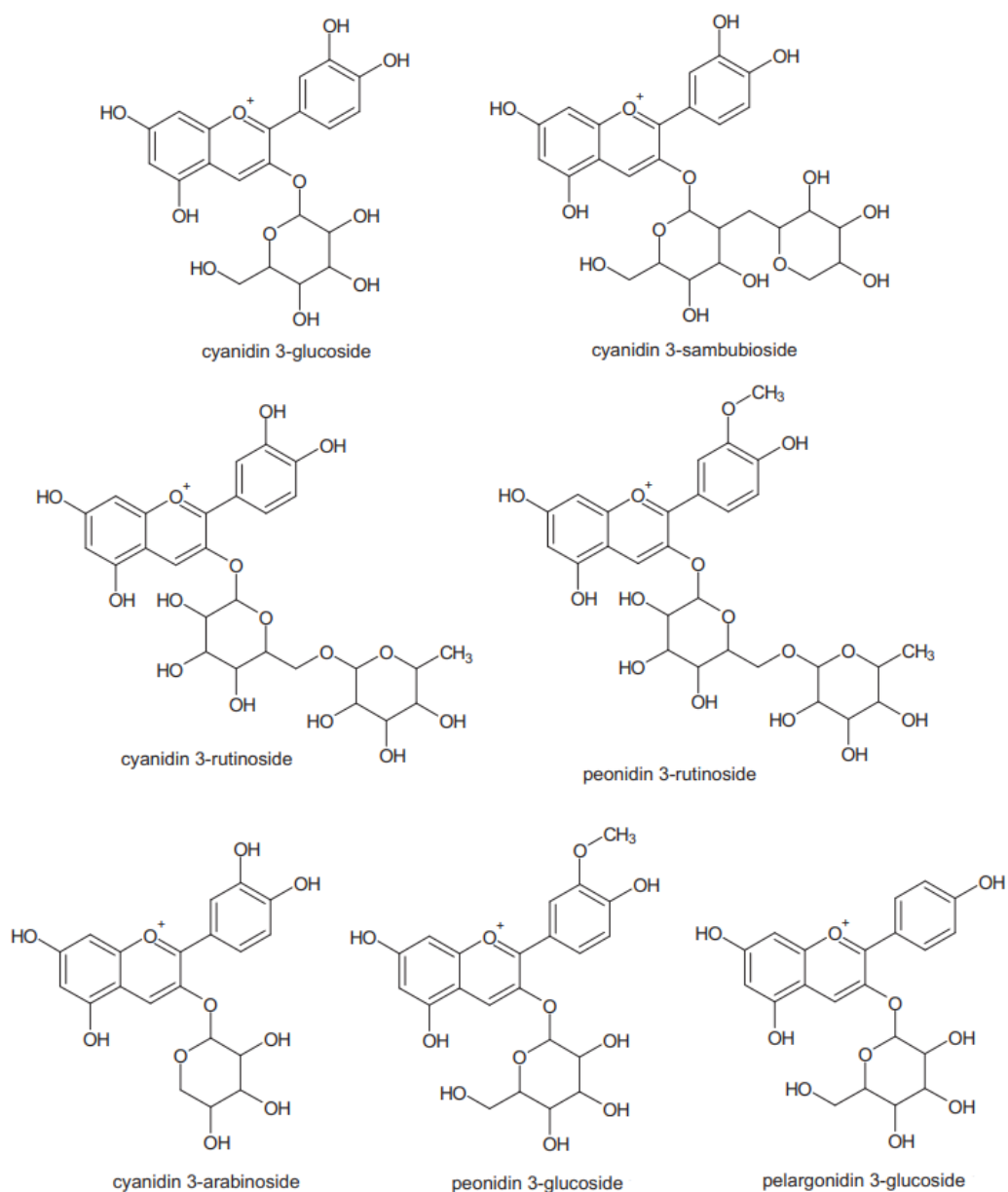


Figure 16 : Structures chimiques des anthocyanes présents dans les baies d'açaï (74) :

### 2.5.2 Les autres flavonoïdes :

Les flavonoïdes sont des composés naturels très répandus chez les végétaux et présents dans toutes les parties de la plante (84). Ce sont des métabolites secondaires des plantes, dont la structure de base est formée par deux cycles aromatiques reliés par trois atomes de carbone qui forment un hétérocycle oxygéné (93). Ils sont constitués d'une génine qui peut être libre ou alors liée à un ose par une liaison C-glycosidique ou O-glycosidique, on parle alors de

flavonoïdes aglycones ou glycosylés (81). En fonction de leur structure chimique et de la position de certains groupes hydroxyles, les flavonoïdes se répartissent en plusieurs groupes structuraux, dont les flavones, les flavanones, les flavonols (3-hydroxyflavone), les flavan-3-ol (ou flavanols), les flavanonols (dihydroflavonol), les chalcones, les auronnes ou encore les isoflavones (84,93).

Les flavonoïdes entrant dans la composition des deux espèces *E. olearcea* et *E. precatorea*, sont notamment deux flavanols, la (+)-catéchine et la (-)-épicatéchine, des flavonols tels que la quercétine et la rutine (quercétine-3-O-rutinoside), des flavones avec l'orientine (lutéoline-8-C-glucoside), l'homo-orientine (lutéoline-6-C-glucoside), la scoparine (chrysoériol-8-C-glucoside), la vitexine, l'isovitexine (apigénine-6-C-glucoside), la taxifoline desoxyhexose (taxifolin desoxyhexose), l'apigénine, le chrysoériol, la vélutine, la lutéoline-7-O-glucoside, le chrysoériol-7-O-glucoside, le 5,4'-dihydroxy-7,3',5'-triméthoxyflavone, le diglycoside de lutéoline, et des flavanonols tels que le dihydrokaempférol (aromadendrine), la taxifoline (dihydroquercétine) et deux isomères à savoir le (2S,3S)-dihydrokaempferol 3-O-β-D-glucoside et le (2R,3R)-dihydrokaempferol 3-O-β-D-glucoside (Figure 17 et 18) (68,69,73–75,81,87–89,94,95).

De plus, plusieurs glycosides de quercétine tels que la quercétine glucoside, la quercétine rhamnoside, la quercétine rutinoside, la quercétine arabinopyranoside et l'hydroxyméthylglutaryl-rhamnoside de quercétine ont également été identifiés (74,77,81).

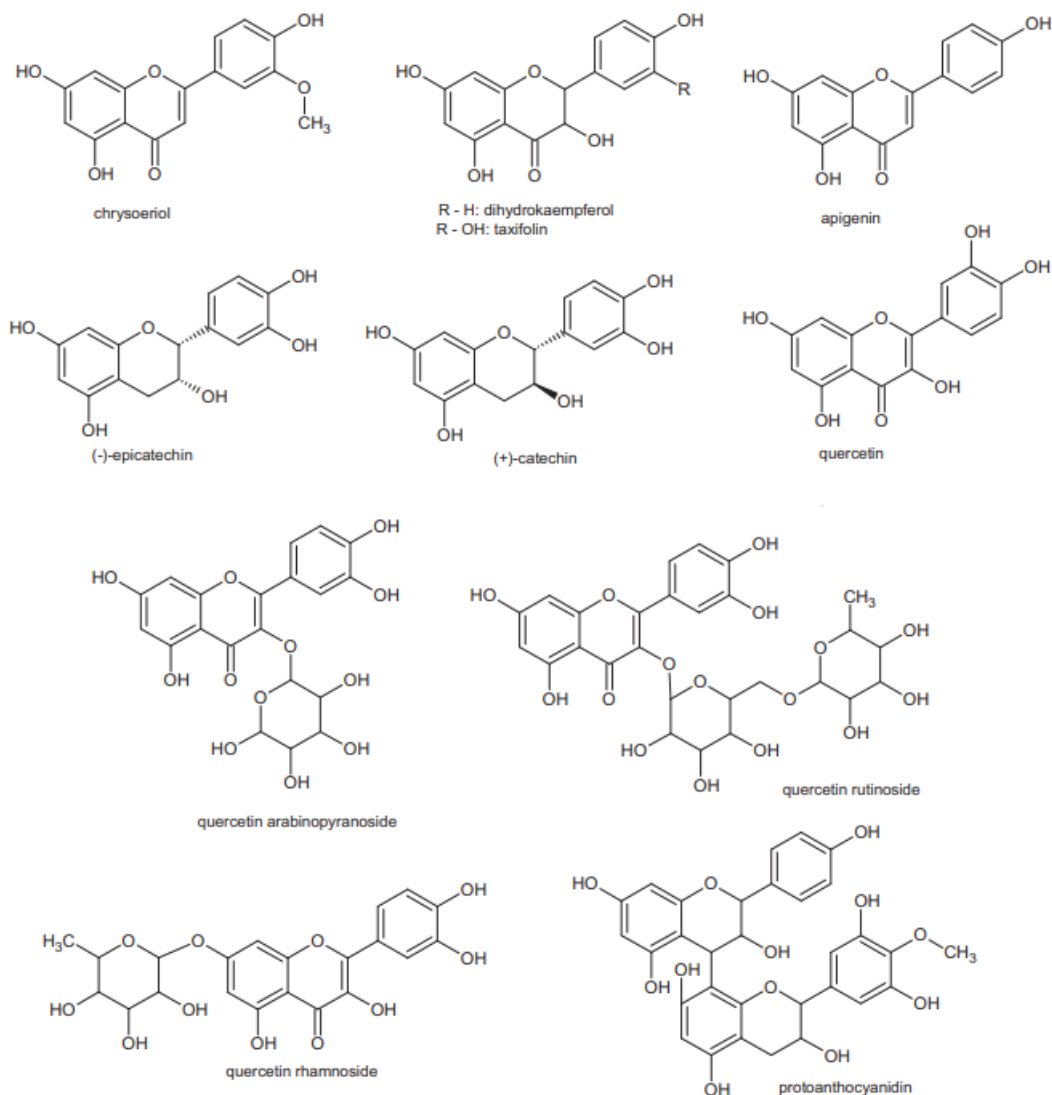


Figure 17 : Structures chimiques des flavonoïdes présents dans les baies d'açai (1/2) (74) :

Les dérivés C-glycosidiques de lutéoline, à savoir l'orientine et l'homo-orientine, sont les deux flavonoïdes prédominants et représentent plus de 50% des flavonoïdes totaux pour les fruits des deux espèces de palmiers (75,87). Les autres flavones retrouvées en quantité importante sont les dérivés C-glycosidiques d'apigénine, c'est-à-dire la vitéxine et l'isovitéxine (75,87). Cependant contrairement aux anthocyanes, les quantités totales et individuelles de flavones diminuent progressivement au cours de la maturation des fruits (75).

Pour les fruits des deux espèces de palmiers, les flavanols sous forme de monomères, tels que la (+)-catéchine et l'(-)-épicatéchine, représentent moins de 5% des polyphénols non anthocyaniques totaux (87).

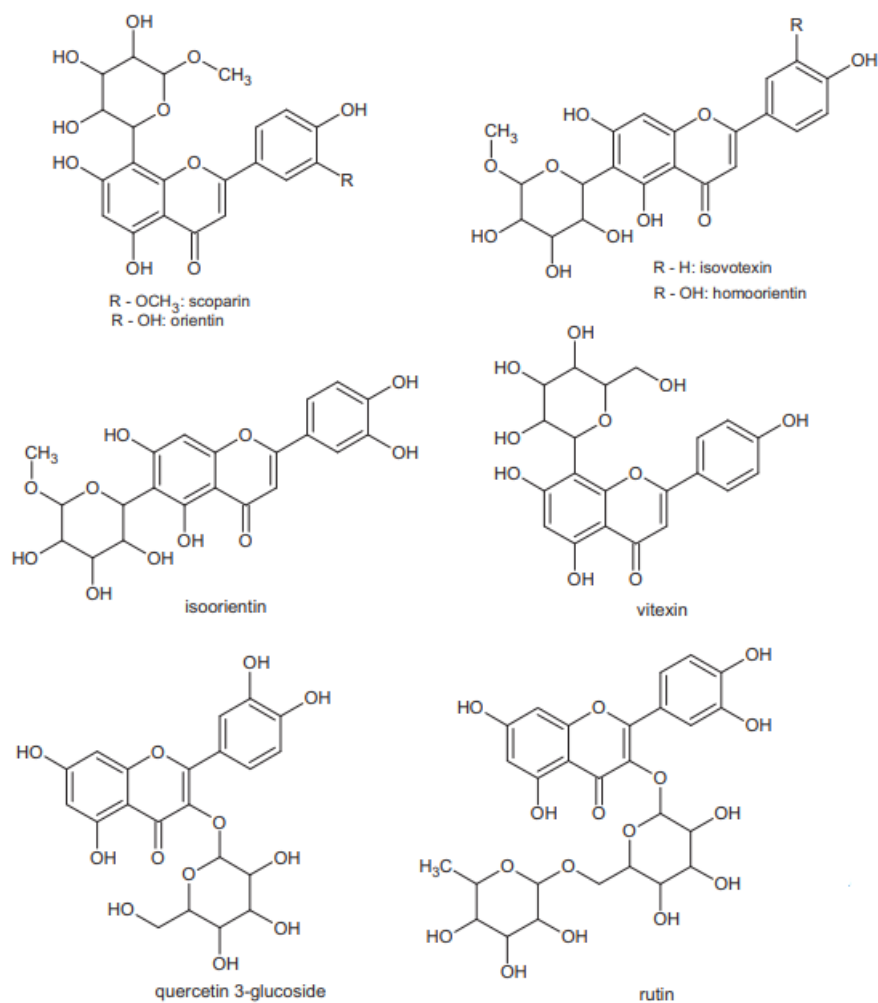


Figure 18 : Structures chimiques des flavonoïdes présents dans les baies d'açaï (2/2) (74):

### 2.5.3 Les proanthocyanidines :

Les procyanidines ou proanthocyanidines sont des polyphénols de haut poids moléculaire. Ce sont des tanins condensés formés par la polymérisation d'unités de flavanols (flavan-3-ol) de type catéchol et épicatechol (86).

Les proanthocyanidines sont principalement présents sous forme de polymères. Leur teneur totale selon Schauss et al (2006) est de 12,89 mg par g de poids sec. Les proanthocyanidines majoritairement retrouvés sont des procyanidines de type B allant des dimères aux polymères, mais aussi des monomères ((+)-catéchine et (-)-épicatechine) retrouvés en concentrations plus faibles (69).

Les dimères de procyanidines représentent plus de 25% des polyphénols non anthocyaniques totaux pour l'espèce *E. precatorea*, les trimères représentant 5%, tandis que la somme des

dimères et des trimères de procyanidines ne représentent que 10% du total des polyphénols non-anthocyaniques pour l'espèce *E. oleraceae* (87). Leurs concentrations dans la pulpe fraîche des fruits des deux espèces *E. oleraceae* et *E. precatorea* sont présentées dans le tableau VI (87).

Tableau VI : Concentrations en procyanidines de la pulpe des baies d'açaï (87):

Procyanidines	Pulpe d' <i>E. oleraceae</i> (mg/kg)	Pulpe d' <i>E. precatorea</i> (mg/kg)
Dimères	9,22 ± 0,61	68,4 ± 3,16
Trimères	11,18 ± 0,48	14,34 ± 0,44

#### 2.5.4 Les acides phénoliques :

La pulpe des fruits d'*E. oleraceae* contient des acides phénoliques qui ont été identifiés par CLHP et par spectrométrie de masse. On remarque notamment la présence d'acide parahydroxybenzoïque, d'acide galique, d'acide protocatéchique, d'acide férulique, d'acide ellagique, d'acide vanillique, d'acide paracoumarique, et de glycoside d'acide ellagique (Figure 18) (74,88). La présence d'autres acides phénoliques a été décrite dans plusieurs études, avec notamment l'acide caféique, l'acide benzoïque, l'acide syringique, et l'acide chlorogénique (Figure 19) (74,75,87).

Les acides phénoliques dérivent de l'acide benzoïque ou de l'acide cinnamique. Les acides hydroxybenzoïques retrouvés dans les baies d'açaï sont l'acide vanillique, l'acide gallique, l'acide syringique, l'acide protocatéchique et l'acide parahydroxybenzoïque, tandis que l'acide chlorogénique, l'acide férulique, l'acide paracoumarique et l'acide caféique sont des acides hydroxycinnamiques (85,86).

Le profil phénolique d'*E. precatorea* détient des similitudes avec celui d'*E. oleraceae*, avec également la présence d'acide parahydroxybenzoïque, d'acide vanillique, d'acide férulique, d'acide syringique et d'acide protocatéchique (74,87). Les concentrations individuelles et totales en acides phénoliques sont cependant supérieures dans les fruits d'*E. precatorea* par rapport à *E. oleraceae* (Tableau VII) (87).

Les 3 acides phénoliques majoritaires dans la composition des deux espèces *E. oleraceae* et *E. precatorea* sont l'acide vanillique, l'acide syringique et l'acide parahydroxybenzoïque. Les autres composés tels que les acides protocatéchique, gallique, chlorogénique et caféique sont

présents en quantités plus faibles. De plus, l'acide paracoumarique n'est présent qu'à l'état de traces (72,75).

Tableau VII : Concentrations en acide phénoliques de la pulpe des fruits d'*E. oleraceae* et *E. precatoria* (87):

Acides phénoliques	Pulpe d' <i>E. oleraceae</i> (mg/L)	Pulpe d' <i>E. precatoria</i> (mg/L)
Acide protocatéchique	1,77 ± 0,11	2,38 ± 0,24
Acide parahydroxybenzoïque	1,80 ± 0,13	2,42 ± 0,44
Acide vanillique	5,05 ± 0,27	13,4 ± 1,07
Acide syringique	4,02 ± 0,36	10,01 ± 0,93
Acide férulique	0,98 ± 0,10	1,22 ± 0,13

Les extraits d'huile brute issus de la clarification de la pulpe des fruits d'*E. oleraceae* sont enrichis en polyphénols et contiennent plusieurs acides phénoliques tels que l'acide vanillique (1616 ± 94 mg/kg), l'acide syringique (1073 ± 62 mg/kg), l'acide parahydroxybenzoïque (892 ± 52 mg/kg), l'acide protocatéchique (630 ± 36 mg/kg) et l'acide férulique (101 ± 5,9 mg/kg), ainsi que de la (+)-catéchine (66,7 ± 4,8 mg/kg) et des oligomères de procyanidine (3102 ± 130 mg/kg) dont principalement des dimères et des trimères (82). Les composés phénoliques présents dans les extraits d'huile ont été analysés par CLHP et par spectrométrie de masse. Le profil phénolique non-anthocyanique des extraits d'huile est similaire à celui de la pulpe mais les abondances relatives des composés diffèrent significativement (Tableau VIII) (82). L'huile démontre par ailleurs une bonne stabilité thermique, que ce soit à long terme à des températures modérées ou sur des temps d'exposition courts à des températures élevées (82).



Tableau VIII : Concentration (mg/L) et abondance relative (%) des composés phénoliques non-anthocyaniques présents dans la pulpe et l'huile des fruits d'*E. oleraceae* (82):

Polyphénols	Pulpe d' <i>E. oleraceae</i> (mg/L)	Abondance relative (%)	Extrait d'huile enrichi d' <i>E. oleraceae</i> (mg/L)	Abondance relative (%)
Acide parahydroxybenzoïque	1,9 ± 0,2	5,1 ± 0,6	892 ± 52	11,9 ± 0,7
Acide protocatéchique	1,8 ± 0,1	4,8 ± 0,3	630 ± 36	8,4 ± 0,5
Acide vanillique	5,5 ± 0,2	14,6 ± 0,6	1616 ± 94	21,6 ± 1,3
Acide syringique	3,7 ± 0,4	9,8 ± 1,3	1073 ± 62	14,3 ± 0,8
Acide férulique	1,1 ± 0,1	2,9 ± 0,3	101 ± 5,9	1,4 ± 0,1
(+)-catéchine	5,3 ± 0,6	14,1 ± 1,6	66,7 ± 4,8	0,9 ± 0,1
(-)-épicatéchine	1,1 ± 0,1	2,9 ± 0,2	/	/
Dimères de procyanidine	6,1 ± 0,7	16,1 ± 1,3	1086 ± 121	14,5 ± 1,3
Trimères de procyanidine	11,2 ± 1,2	29,7 ± 3,1	2016 ± 53	27,0 ± 2,4

Les composés phénoliques permettent d'augmenter la stabilité des anthocyanes face aux dommages induits par l'oxydation, grâce aux interactions hydrophobes entre les composés qui créent un phénomène de co-pigmentation intermoléculaire. Ils agissent en tant que cofacteurs et protègent ainsi les anthocyanes des réactions de polymérisation et de dégradations, notamment celles induites par l'acide ascorbique (88). D'autres part la co-pigmentation intermoléculaire permet de ralentir la dégradation des anthocyanes, car ils entrent en compétition avec les cofacteurs, ceux-ci réagissant préférentiellement aux réactions de condensation (88). Le phénomène de co-pigmentation permet d'autre part d'améliorer l'intensité de la couleur visuelle des fruits (87,88).

Les quantités d'acides hydroxycinnamiques diminuent progressivement durant la maturation des fruits. L'acide chlorogénique et l'acide caféique ont pratiquement disparus dans les fruits mûrs. Pour les acides hydroxybenzoïques, l'évolution des quantités individuelles au cours de la maturation des fruits est plutôt hétérogène. L'acide vanillique et l'acide parahydroxybenzoïque diminuent du stade immature aux fruits mûrs, tandis que l'acide syringique et protocatéchique diminuent du stade immature au stade intermédiaire, puis augmentent ensuite jusqu'au stade de maturité complète. Enfin concernant l'acide gallique, la

quantité la plus importante a été observée lors du stade intermédiaire. Mis à part l'acide gallique, les pertes les plus importantes en acides phénoliques ont été observées entre le stade immature et le stade de maturité intermédiaire (75).

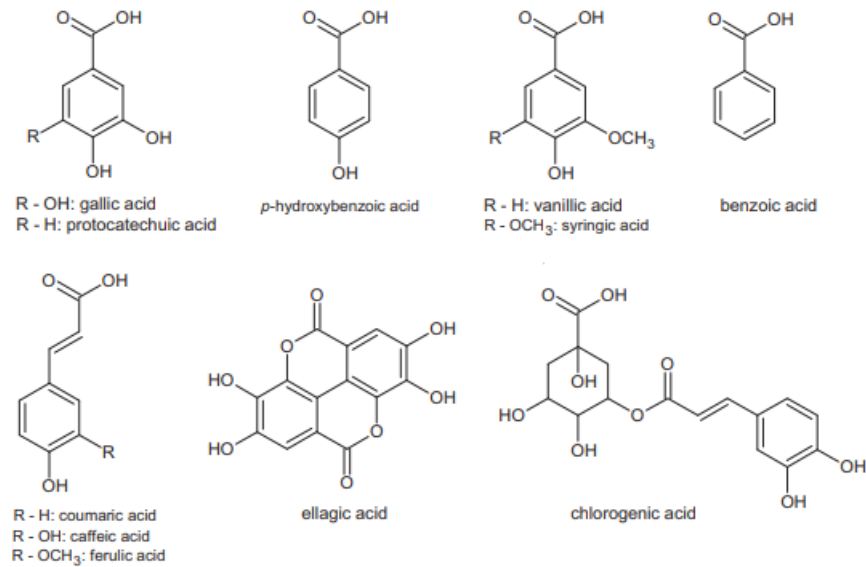


Figure 19 : Structure chimiques des acides phénoliques présents dans les baies d'açai (74) :

### 2.5.5 Les stilbènes :

Les stilbènes (C6-C2-C6) sont des composés phénoliques que l'on retrouve en faibles quantités dans les aliments (84,86). Le resvératrol a été détecté dans les baies d'açai (Figure 20) (69,74,85). Il est présent sous forme de trans-resvératrol et qu'en très faible concentration, soit 1.1 µg/g de matière sèche (69).

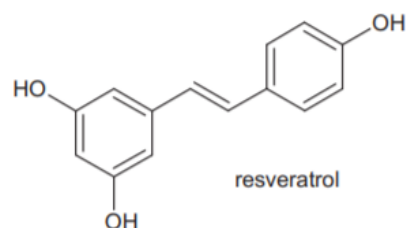


Figure 20 : Structure chimique du resvératrol (74) :

### 2.5.6 Les lignanes :

Les lignanes sont des composés naturels, polymères de deux monolignols (C6-C3 n-propylbenzène), relié par le carbone béta à leur chaîne latérale C3. Ces dimères sont formés par couplage oxydatif d'alcools cinnamiques entre eux ou avec des acides cinnamiques. Les lignanes peuvent détenir diverses activités biologiques telles qu'agent antimicrobien, antitumoral, ou encore insecticide. En plus des flavonoïdes, anthocyanes et acides phénoliques, les lignanes contribuent également au potentiel anti-oxydant des baies d'açaï (74).

Les lignanes et néolignanes sont composés d'un squelette de 18 atomes de carbone formé par la dimérisation de deux molécules de phénylpropanoïdes (96).

Chin et al (2008) ont permis l'identification de neuf lignanes de différents types structuraux (Tableau IX, Figure 21) dans les fruits d'*E. oleraceae* (94) :

- (+)-isolariciresinol ; (+)-5-méthoxy-isolariciresinol
- érythro-1-(4-hydroxy-3-méthoxyphényl)-2-[4-(3-hydroxypropyl)-2-méthoxyphénoxy]-1,3-propanediol
- thréo-1-(4-hydroxy-3-méthoxyphényl)-2-[4-(3-hydroxypropyl)-2-méthoxyphénoxy]-1,3-propanediol
- alcool (-)-(7R,8S)-dihydrodéhydroconiférylique ; alcool (+)-(7R,8S)-5-méthoxy-dihydrodéhydroconiférylique
- (+)-lariciresinol, (+)-pinorésinol, et (+)-syringaresinol.

Tableau IX : Lignanes présents dans la pulpe des fruits d'*E. oleraceae* classés par type structural (94):

Type de structure des lignanes	Lignanes présents dans la pulpe d' <i>E. oleraceae</i>
Aryltétrahydronaphthalène	(+)-isolariciresinol et (+)-5-méthoxy-isolariciresinol
Dihydrobenzofurane	alcool (-)-(7R,8S)-dihydrodéhydroconiférylique et alcool (+)-(7R,8S)-5-méthoxy-dihydrodéhydroconiférylique
Furofurane	(+)-pinorésinol et (+)-syringaresinol
8-O-4'-néolignane	érythro-1-(4-hydroxy-3-méthoxyphényl)-2-[4-(3-hydroxypropyl)-2-méthoxyphénoxy]-1,3-propanediol et thréo-1-(4-hydroxy-3-méthoxyphényl)-2-[4-(3-hydroxypropyl)-2-méthoxyphénoxy]-1,3-propanediol
Tétrahydrofurane	(+)-lariciresinol

De plus, deux glycosides de néolignane ont été identifiés par Hu et al (2014) (97):

- (-)-7R8S-7',8'-dihydroxydihydrodehydroconiferyl alcohol-9-O-β-D-glucopyranoside
- (+)-7S8R-7',8'-dihydroxy-dihydrodehydroconiferyl alcohol-9-O-β-D-glucopyranoside

L'analyse des fractions d'acétate d'éthyle extraites des racines de l'espèce *E. precatória* a permis également d'isoler un lignane lié en 8-5', le dibenzoate d'alcool dehydrodiconiférylique (96).

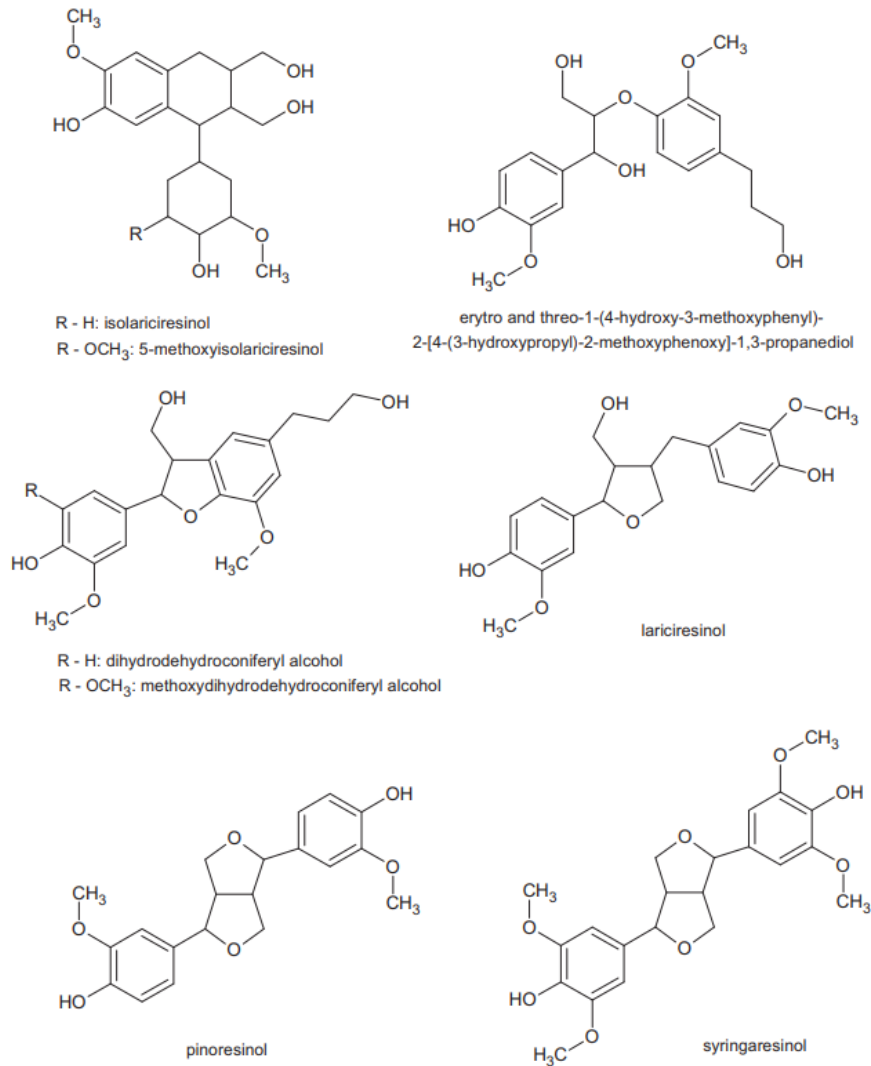


Figure 21 : Structures chimiques des lignanes présents dans les baies d'açaï (74) :

### 2.5.7 Les caroténoïdes :

La pulpe des baies d'açaï contient également des caroténoïdes (74,85). Les caroténoïdes sont des molécules terpénoïdes présentant un pouvoir antioxydant et ont un caractère lipophile car ils possèdent une longue chaîne polyinsaturée pouvant être cyclique aux extrémités, composée de 40 atomes de carbone et formée à partir de 8 unités d'isoprène, permettant de piéger plusieurs espèces radicalaires à la fois (radicaux peroxy, singulet d'oxygène) (84,86). Ce sont également des précurseurs de vitamine A (83).

La pulpe des fruits d'*E. oleraceae* contient des caroténoïdes tels que l' $\alpha$ -carotène, le  $\beta$ -carotène et la lutéine (74,85). En comparaison, la pulpe des fruits d'*E. precatoria* est plus abondante en caroténoïdes, avec notamment la présence de bêta-carotène, de lycopène, de

lutéine, de zeaxanthine et d'astaxanthine (Figure 22) (85,98). La lutéine, la zéaxanthine et l'astaxanthine sont des terpénoïdes appartenant au sous-groupe des xanthophylles (85).

Les caroténoïdes totaux représentent 1,08 mg pour 100g de matière sèche dans la pulpe des fruits d'*E. oleraceae*, et 96,37 mg pour 100g de matière sèche pour l'espèce *E. precatória* (98). De plus, les caroténoïdes totaux représentent  $2,8 \pm 0,4$  mg/100g de pulpe fraîche d'*E. oleraceae* (83).

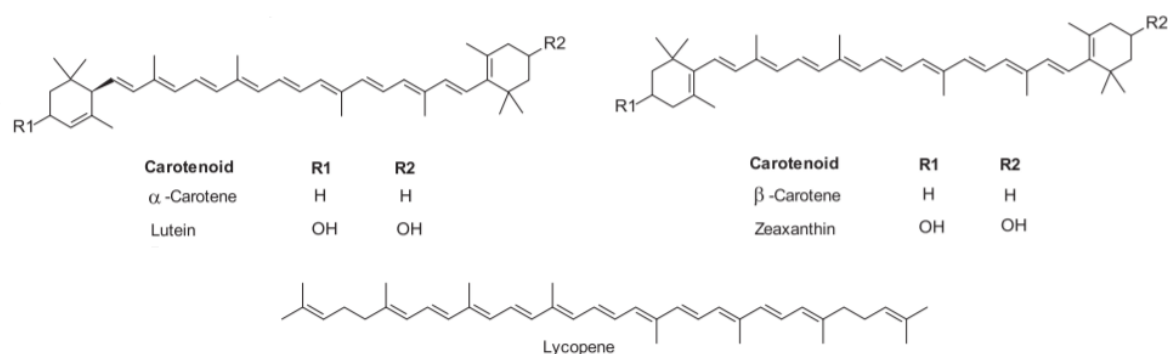


Figure 22 : Structures chimiques des caroténoïdes présents dans les baies d'açaï (85):

## 2.5.8 Les stérols :

Cinq stérols ont été détectés dans l'huile extraite des baies d'açaï (Figure 23), à savoir le  $\beta$ -sitostérol (78%), le stigmastérol (6,5%), le  $\delta$ 5-avenasterol (6,5%), le campestérol (6,0%) et le cholestérol (2,0%) (82). D'autres part, la teneur totale de stérols représente 0,048% du poids de la poudre lyophilisée de pulpe des fruits (69).

5 stérols ont également été identifiés dans les racines et les tiges des feuilles de l'espèce *E. precatória*, à savoir le  $\beta$ -sitostérol, le stigmastérol (estigmastérol), le  $3\beta$ -O- $\beta$ -D-glycopyranosyl sitostérol, le palmitate de  $\beta$ -sitostérol et le stigmast-4-en-6 $\beta$ -ol-3-one (99). Le  $\beta$ -sitostérol et le stigmastérol sont présents dans toutes les parties de la plante avec une proportion de  $\beta$ -sitostérol généralement plus élevée par rapport au stigmastérol. Cependant, on remarque une augmentation progressive de la proportion en stigmastérol de la racine vers la tige des feuilles par rapport à celle du  $\beta$ -sitostérol. Cela suggère le fait que le degré d'incidence de la lumière

peut être un facteur déterminant sur la bioconversion du  $\beta$ -sitostérol en stigmasterol et donc sur les quantités présentes dans la partie de la plante (99).

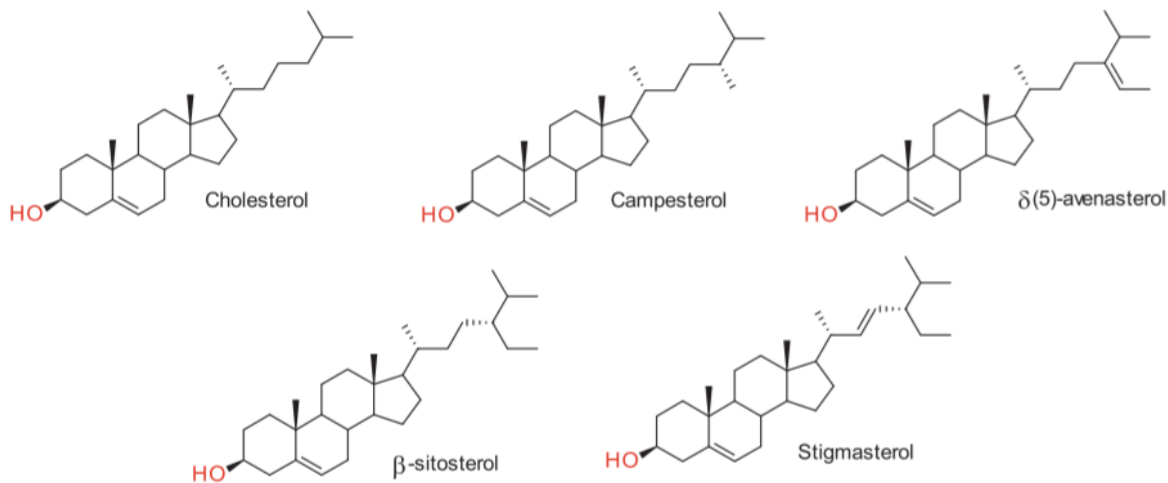


Figure 23 : Structures chimiques des stérols présents dans les baies d'açaï (85):

### 2.5.9 Autres composés identifiés :

D'autres composés sont présents dans les baies d'açaï (Figure 24), Chin et al, (2008) ont démontré la présence de (74,94):

- Quatre benzénoïdes simples : 3-hydroxy-1-(4-hydroxy-3,5-diméthoxyphényl)-1-propanone, 3,4'-dihydroxy-3'-méthoxypropiophénone, alcool dihydroconyférynilique (phénylpropanoïde), et ester méthylique d'acide protocatéchique.
- Trois monoterpénoïdes : l'acide (+)-menthiafolique, (E,Z)-2,6-diméthyl-2,6-octadiène-1,8-diol, (E,E)-2,6-diméthyl-2,6-octadiène-1,8-diol.
- Deux norisoprénoïdes : (-)-loliolide, (4R)-4-[(1E)-3-hydroxy-1-butényl]-3,5,5-triméthyl-2-cyclohexen-1-one.
- Une benzoquinone : 2,6-diméthoxy-1,4-benzoquinone.

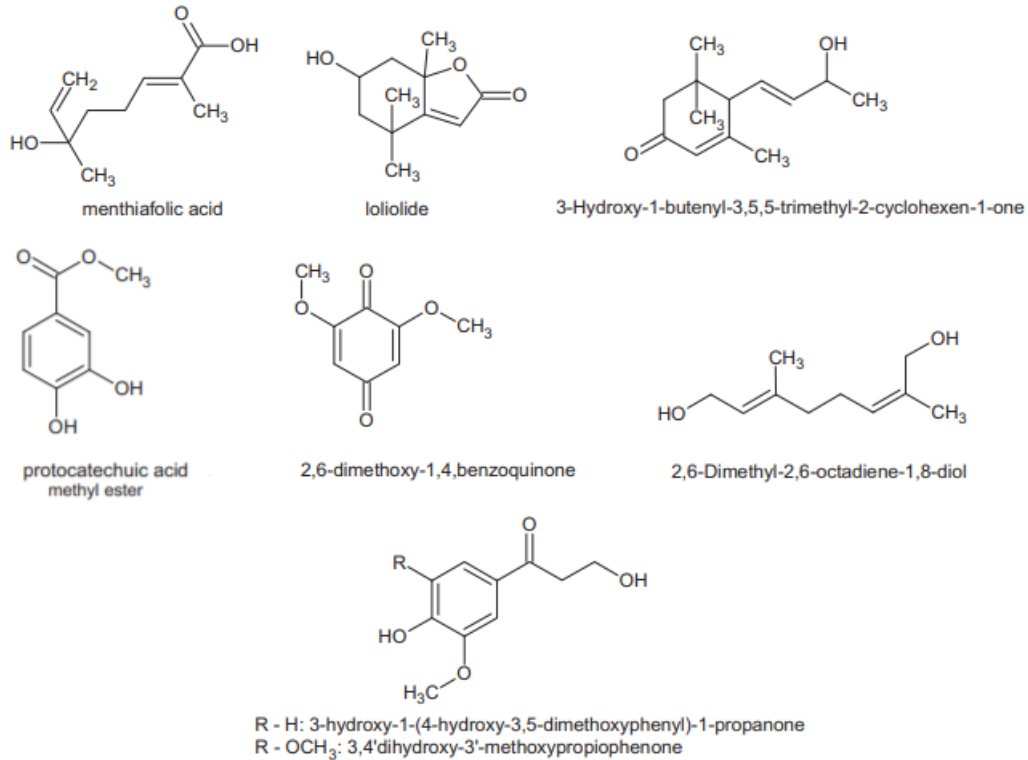


Figure 24 : Structures chimiques des autres composés présents dans les baies d'acaï (74) :

Un glycoside phénolique a également été identifié par Hu et al (2014) (97):

- 4-hydroxy-2-methoxyphenyl 1-O-[6-(hydrogen 3-hydroxy-3-methylpentanedioate)]-β-D-glucopyranoside

Bien que leur présence soit relativement rare au sein de la famille des Arecaceae, on note également la présence de triterpènes pentacycliques dans les tiges des feuilles et dans les racines de l'espèce *E. precatória*, comme le lupéol dans les racines, et la β-amyrine, l'α-amyrine, la friedelin-3-one et le 28-hydroxyfriedelan-3-one dans les racines et tiges des feuilles (85,99).



### 3 Etude des bénéfices pharmacologiques :

#### 3.1 Pouvoir anti-oxydant :

Le stress oxydant est un phénomène qui survient lors d'un déséquilibre entre la formation de composés pro oxydants et l'activité du système de défense face à ces composés, c'est-à-dire entre la production et l'élimination des radicaux libres produits dans l'organisme avec principalement les espèces réactives de l'oxygène (ROS) (100).

Les radicaux libres sont formés dans des conditions physiologiques à partir du métabolisme aérobie dans l'organisme et ce sont le plus généralement les espèces réactives de l'oxygène (ROS) et du nitrogène (RNS). Les principaux radicaux libres *in vivo* sont l'anion superoxyde  $O_2^{\cdot-}$ , les radicaux hydroxyle  $HO^{\cdot}$ , peroxyde  $ROO^{\cdot-}$ , peroxydinitrite  $ONOO^{\cdot-}$  et l'oxyde nitrique  $^{\cdot}NO$  (101).

Les radicaux libres ont la capacité d'attaquer des cibles moléculaires dont le noyau et les membranes cellulaires, de causer des dommages oxydatifs aux lipides, aux protéines ainsi qu'aux acides nucléiques (100).

Le stress oxydant est présenté comme un mécanisme pathogène mis en relation avec de nombreuses affections telles que l'athérosclérose, l'inflammation, certains cancers ainsi que le processus de vieillissement (100). En effet l'accumulation des radicaux libres a été mise en lien avec de nombreuses maladies chroniques et dégénératives, telles que les maladies cardiovasculaires, le diabète, et certaines pathologies cancéreuses (101).

Le pouvoir antioxydant des baies d'açai est lié à la forte concentration en anthocyanes et polyphénols totaux, qui ont la capacité de piéger les radicaux libres produits par l'organisme. Les anthocyanes sont des composés anti-oxydants qui ont également la particularité de présenter des effets potentiels cardioprotecteurs et anti-cancéreux (88). Les oligo-éléments tels que le cuivre, le zinc, le manganèse ou encore le chrome participent au potentiel anti-oxydant des baies d'açai car ils interviennent en tant que cofacteurs aux enzymes antioxydantes. Par exemple, le cuivre, le zinc et le manganèse sont des cofacteurs de la superoxyde dismutase mitochondriale (SOD) (84).

### 3.1.1 Tests *in vitro* :

Les études menées sur l'évaluation de la capacité antioxydante des fruits montrent une forte activité contre l'anion superoxyde  $O_2^{\cdot-}$  (test SOD : superoxide scavenging assay), les radicaux peroxydes  $ROO^{\cdot}$  (test ORAC) et peroxy-nitrites  $ONOO^{\cdot}$  (test NORAC), les radicaux hydroxyle  $HO^{\cdot}$  (test HORAC), les radicaux DDPH $^{\cdot}$ , ainsi qu'une forte inhibition de l'oxydation des liposomes (74,77,100–102).

La capacité de piégeage de l'anion superoxyde  $O_2^{\cdot-}$  représente la première ligne de défense contre le stress oxydant car ce radical libre est à l'origine d'autres ROS tels que le peroxyde d'hydrogène, les radicaux hydroxyles et peroxy-nitrites (101). Les baies d'açaï provenant de l'espèce *E. oleraceae* ont obtenu des résultats très élevés par rapport aux autres fruits et légumes testés à ce jour dans le test SOD, le test de capacité de piégeage de l'anion superoxyde, ainsi que dans le test ORAC testant la capacité de piégeage vis-à-vis des radicaux peroxydes  $ROO^{\cdot}$  (101).

Le test ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) est une méthode de mesure de la capacité antioxydante très utilisée, basée sur l'inhibition de l'oxydation de la fluorescéine induite par les radicaux peroxydes ( $ROO^{\cdot}$ ) générés par la décomposition thermique de l'AAPH (2,2'-azobis-2-aminopropane dihydrochloride). Le pouvoir anti-oxydant est ainsi mesuré par la capacité d'un composé à ralentir ou empêcher l'oxydation de la fluorescéine par les radicaux peroxydes (93,95). Les tests HORAC et NORAC sont des tests développés à partir du test ORAC pour mesurer la capacité antioxydante d'un extrait contre les radicaux hydroxyles et peroxy-nitrite (98,101). Les tests SORAC et SOAC ont également été développés sur la base du test ORAC pour mesurer le piégeage de l'anion superoxyde et de l'oxygène singulet (98). Dans tous les tests ORAC, le Trolox (acide 6-hydroxy-2,5,7,8-tétraméthylchroman-2-carboxylique) est utilisé comme standard et les résultats sont exprimés en  $\mu\text{mol}$  d'équivalent Trolox par g de matière sèche ( $\mu\text{mol TE/g}$ ) (98).

Le nombre et la position des groupes hydroxyles ou d'autres substitués sont des paramètres affectant la capacité antioxydante des composés. La méthylation des groupes hydroxyles s'avère par ailleurs diminuer fortement la capacité antioxydante. De plus, les études de Kang et al (2011) ont permis de mettre en évidence le fait que la configuration stéréo affecte également cette capacité, avec une valeur ORAC 35% plus élevée pour le (2S,3S)-dihydrokaempferol 3-O- $\beta$ -D-glucoside par rapport à son isomère, le (2R,3R)-dihydrokaempferol 3-O- $\beta$ -D-glucoside (95).

Plusieurs études se sont intéressées à la comparaison de la capacité antioxydante des fruits des deux espèces *E. oleraceae* et *E. precatoria*. Les résultats de ces études démontrent que le pouvoir antioxydant des baies d'açaï provenant de l'espèce *E. precatoria* est supérieur à celui des fruits d'*E. oleraceae*, notamment à travers le test ORAC de piégeage des radicaux libres ( $114 \pm 6,9 \mu\text{mol TE/g}$  et  $87,4 \pm 4,4 \mu\text{mol TE/g}$  de matière sèche respectivement) (87). Cette différence est probablement due à la quantité plus importante en composés phénoliques retrouvés dans la composition des fruits d'*E. precatoria* par rapport à ceux d'*E. oleraceae*, les anthocyanes représentant la majorité des substances présentes. Ces études démontrent par ailleurs que les anthocyanes participent majoritairement à la capacité antioxydante des fruits, la fraction anthocyanique représentant plus de 90% de la capacité antioxydante totale des fruits des deux espèces *E. precatoria* et *E. oleraceae* ( $105 \pm 3,9 \mu\text{mol TE/g}$  et  $82,4 \pm 2,3 \mu\text{mol TE/g}$  de matière sèche respectivement) (87).

Dans tous les tests chimiques *in vitro* (tests ORAC, DPPH), la pulpe des fruits d'*E. precatoria* a présenté une activité antioxydante supérieure par rapport à celle provenant des fruits d'*E. oleraceae* (98). Les valeurs des tests comparant le pouvoir antioxydant des fruits des deux espèces sont présentées dans le Tableau X (98).

Tableau X : Capacité antioxydante de la pulpe lyophilisée des fruits d'*E. precatoria* et d'*E. oleraceae* obtenue par les tests ORAC et le test DPPH (98):

Tests de capacité antioxydante	<i>E. precatoria</i> ( $\mu\text{mol TE/g}$ )	<i>E. oleraceae</i> ( $\mu\text{mol TE/g}$ )
ORAC (radical peroxyde)	1828.4	1014.0
H-ORAC (fraction hydrophile)	$1792.3 \pm 89.7$	$985.9 \pm 57.4$
L-ORAC (fraction lipophile)	$36.1 \pm 2.6$	$28.1 \pm 2.1$
HORAC (radical hydroxyle)	$4113.8 \pm 312.9$	$1357.3 \pm 67.7$
SORAC (anion superoxyde)	$1040.4 \pm 55.1$	$169.0 \pm 12.3$
NORAC (anion peroxydrite)	$86.7 \pm 5.9$	$37.2 \pm 2.6$
SOAC (oxygène singulet)	$629.3 \pm 33.4$	$71.6 \pm 8.8$
ORAC total	7698.6	2649.1
DPPH	$320.3 \pm 23.8$	$133.4 \pm 11.2$

Les caroténoïdes ont présenté une capacité faible pour le piégeage des radicaux peroxydes ( $\text{ROO}^\cdot$ ), mais se sont montrés très efficaces vis-à-vis de l'oxygène singulet ( $^1\text{O}_2$ ) dans le test SOAC (98), particulièrement pour les fruits de l'espèce *E. precatoria*. La différence saisissante entre les valeurs du test SOAC pour les deux espèces *E. precatoria* et *E. oleraceae* ( $629.3 \pm$

33.4  $\mu\text{mol TE/g}$  et  $71.6 \pm 8.8 \mu\text{mol TE/g}$  de matière sèche respectivement) s'explique simplement par la richesse accrue en caroténoïdes de la pulpe des fruits d'*E. precatoria* par rapport à ceux d'*E. oleraceae* ( $963.7 \mu\text{g/g}$  et  $10.8 \mu\text{g/g}$  de matière sèche respectivement) (98).

Certaines études ont comparé la capacité antioxydante des baies d'açaï provenant de l'espèce *E. oleraceae* par rapport à celle d'autres fruits étant connus posséder un potentiel antioxydant élevé. Les baies d'açaï présentent un potentiel antioxydant relativement élevé dans le test ORAC ( $48,6 \mu\text{mol d'équivalent Trolox/mL}$ ) par rapport à d'autres fruits riches en composés antioxydants tels que les myrtilles ( $4.6\text{-}31.1 \mu\text{mol TE/g}$ ), les fraises ( $18.3\text{-}22.9 \mu\text{mol TE/g}$ ), les framboises ( $19.2\text{-}22.6 \mu\text{mol TE/g}$ ), les mûres ( $13.7\text{-}25.1 \mu\text{mol TE/g}$ ), la canneberge ( $8.20\text{-}145 \mu\text{mol TE/g}$ ) et le jus de raisin muscadine ( $18.2\text{-}26.7 \mu\text{mol TE/g}$ ) (88).

En comparant la pulpe des baies d'açaï à d'autres fruits amazoniens (abiu, acérola, arassa-boi, bacaba, bacuri, buriti, cajá, cajarana, cupuassu, noix de cajou, graviola, murici, noni et tamarindo), l'açaï a obtenu de meilleurs résultats, notamment sur la capacité de rétention du radical ABTS (test TEAC : Trolox equivalent antioxydant capacity), ainsi que sur la quantité d'acide ascorbique et de phénols totaux (103). La comparaison de la capacité antioxydante de 18 fruits tropicaux récoltés au Brésil (açaï, acérola, bacuri, cajá, pomme cajou, camu-camu, carnaúba, gurguri, jaboticaba, jamblon, juçara, mangaba, murici, murta, Puçá-coroa-de-frade, Puçá-preto, umbu et uvaia) a permis de placer les baies d'açaï au rang intermédiaire parmi les autres fruits étudiés, l'acérola (*Malpighia emarginata*) et le camu-camu (*Myrciara dubia*) étant les deux fruits ayant obtenu les meilleurs résultats dans les tests DPPH, ABTS et FRAP (Ferric reducing antioxidant power assay) (83).

En comparaison aux extraits obtenus à partir de la pulpe des fruits, les extraits alcooliques obtenus à partir des graines des fruits présentent de bons résultats vis-à-vis du piégeage des radicaux peroxydes. Le piégeage des radicaux peroxy-nitrites et hydroxydes s'est d'ailleurs avéré plus important dans les extraits de graines que dans les extraits de pulpe. Cette activité antioxydante est liée majoritairement à la présence de dimères, trimères, tétramères et pentamères de procyanidines, l'acide protocatéchique et la (-)-épicatéchine n'étant identifiés qu'en tant que composés minoritaires (74,102).

Le pouvoir antioxydant démontré à travers les tests *in vitro* semblerait être dû à la présence de composés phénoliques tels que les anthocyanes, les flavonoïdes, et les lignanes (85). Le resvératrol présent dans les baies d'açaï et que l'on retrouve également dans le vin rouge est connu pour posséder lui aussi des capacités antioxydantes (85). Les oligoéléments participent

également au pouvoir antioxydant des baies d'açaï car ils interviennent en tant que cofacteurs aux enzymes antioxydantes (84).

Etant donné qu'il existe des variations du profil phénolique au cours de la maturation des fruits, il est intéressant d'étudier également le pouvoir antioxydant des fruits lors de différents stades de maturité. Il s'avère que le potentiel antioxydant présente des valeurs supérieures lors du stade immature par rapport aux fruits mûrs dans tous les tests effectués par Gordon et al (2012) (75). Il existe donc des corrélations négatives entre le murissement des fruits d'*E. oleraceae* et la capacité antioxydante. La diminution des propriétés antioxydantes serait due à une diminution progressive des polyphénols totaux ainsi qu'à des changements dans le profil phénolique de l'huile (75,85).

### 3.1.2 Tests cellulaires :

L'extrait d'açaï lyophilisé a permis d'inhiber la formation de ROS par des PNN (polynucléaires neutrophiles) humains, même à des concentrations très faibles, indiquant que les composés antioxydants présents dans les baies d'açaï ont la capacité de pénétrer dans les cellules humaines sous forme fonctionnelle, et de neutraliser les ROS à des doses très faibles (101).

Le test CAP-e (cell-based antioxydant protection of erythrocytes assay) réalisé sur des cellules sanguines humaines de la lignée érythrocytaire a permis de mettre en évidence le fait que les baies d'açaï possèdent des composés antioxydants hydrosolubles capables de pénétrer dans le compartiment intracellulaire et d'exercer une protection vis-à-vis des dommages oxydatifs causés par les radicaux peroxydes (98).

Les extraits d'*Euterpe oleraceae* sont également capables d'inhiber la production d'oxyde nitrique en réduisant l'expression de l'enzyme iNOS (inducible nitric oxide synthase) d'une culture cellulaire de macrophages (104,105). Des tests ont été effectués sur des cellules microgliales BV-2 murines soumises à des agressions induites par le LPS. La pulpe d'açaï riche en anthocyanes et autres composés phénoliques a présenté une réduction significative des dommages oxydatifs et inflammatoires sur les cellules du cerveau, avec notamment une réduction dose dépendante de libération d'oxyde nitrique et de TNF- $\alpha$  (Tumor necrosis factor alpha), une diminution dose dépendante d'activation de iNOS et de p38-MAPK et d'expression de COX-2, ainsi qu'une réduction dose dépendante de la phosphorylation de NF- $\kappa$ B, suggérant

également un potentiel effet anti-inflammatoire au niveau du tissu cérébral et donc un intérêt dans la prévention des maladies neurodégénératives liées à l'âge (106). Une inhibition dose-dépendante de la production d'oxyde nitrique a également été observée sur des macrophages (J774 cells) stimulés par le LPS en présence d'extrait d'açaï lyophilisé (101).

L'isolement et l'étude de composés bioactifs d'extraits de baies d'açaï tels que l'alcool dihydroconiférylique, le (+)-lariciresinol, le (+)-pinorésinol, le (+)-syringaresinol et l'ester méthylique d'acide protocatéchique ont permis de mettre en évidence une activité cytoprotectrice de ces composés dans des cellules MCF-7 (cancer du sein humain) cultivées soumises à un stress au peroxyde d'hydrogène H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Au cours d'essais cellulaires, c'est l'ester méthylique d'acide protocatéchique qui s'est révélé être le composé cytoprotecteur le plus puissant (74%) en comparaison au témoin positif la quercétine (60%). L'alcool dihydroconiférylique, l'ester méthylique d'acide protocatéchique, le chrysoeriol et le dihydrokaempférol ont également montré des effets antioxydants dans un test de piégeage du radical hydroxyle. De plus neuf lignanes de types structurels aryltétrahydronaphtalène, dihydrobenzofurane, furofurane, 8-O-4'-néolignane et tétrahydrofurane ont montré une activité antioxydante *in vitro* dans un essai de piégeage du radical hydroxyle (74,85,94,102).

De plus la pulpe de baies d'açaï a montré une activité antioxydante dans le cortex cérébral, l'hippocampe et le cervelet de rats soumis à un traitement au peroxyde d'hydrogène H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Ceci permet d'envisager le fait que ces fruits pourraient jouer un rôle dans la lutte contre le développement de maladies neurodégénératives liées au vieillissement cellulaire (74).

### 3.1.3 Tests *in vivo* :

Une étude de Jensen et al (2008) randomisée, contrôlée par placebo et réalisée en double-aveugle sur des volontaires sains âgés de 19 à 52 ans, évalue l'impact de la consommation d'un mélange de jus majoritairement constitué de jus d'açaï sur la protection des érythrocytes par rapport aux dommages induits par le stress oxydant (test CAP-e : cell-based antioxidant protection of erythrocytes assay), ainsi que l'effet de la consommation sur la peroxydation lipidique (test TBARS : thiobarbituric acid reactive substances assay) (107).

Le test CAP-e, évaluant la protection cellulaire des érythrocytes contre les espèces réactives de l'oxygène, a mis en évidence une augmentation de l'activité antioxydante du sérum des volontaires ayant consommé le mélange de jus en comparaison à celui des volontaires sous placebo. Une diminution significative de la peroxydation lipidique a également été observée dans le plasma des volontaires, prélevé deux heures après la consommation de jus d'acaï, celle-ci étant mesurée avec le test TBARS de mesure des malondialdéhydes (MDA) plasmatiques (74,102). Les effets constatés dans cette étude sont probablement dus à l'augmentation de la capacité antioxydante du sérum que l'on observe suite à la consommation du mélange de jus avec les baies d'acaï comme principal ingrédient (107).

Le dosage des protéines des groupes carbonyl et sulfhydryl est considéré comme un biomarqueur des dommages du stress oxydatif sur les protéines. Les groupes sulfhydryl représentent tous les groupements thiols des protéines pouvant former des ponts disulfures sous l'effet de l'oxydation, leur nombre diminue au fur et à mesure que le stress oxydatif augmente (108). En revanche, l'accumulation de produits de l'oxydation des protéines tels que les groupes carbonyls survient lors de l'augmentation du stress oxydant, et a d'ailleurs été observée dans certaines maladies telles que le diabète et la maladie d'Alzheimer (108).

Dans une étude *in vivo* évaluant les bénéfices de la consommation de 200g de pulpe d'acaï par jour durant 4 semaines chez 35 femmes en bonne santé âgées de 18 à 35 ans, les données anthropométriques, la pression artérielle ainsi qu'un échantillon de sang à jeun ont été collectés avant et au bout des 4 semaines d'essai. Les résultats de cette étude montrent que la consommation d'acaï a entraîné une augmentation de la capacité antioxydante totale (104% d'augmentation) des PNN (polynucléaires neutrophiles), ainsi qu'une forte diminution du taux d'espèces réactives de l'oxygène (ROS). L'activité de la catalase des PNN, une des principales enzymes antioxydantes, a également augmenté lors de l'étude, en parallèle d'une augmentation des groupes sulfhydryles et d'une diminution des groupes carbonyls dans le sérum des candidats de l'étude, traduisant une diminution des dommages du stress oxydatif, et démontrant ainsi l'impact que peut avoir la consommation quotidienne de pulpe de baies d'acaï sur le statut antioxydant/pro-oxydant chez la femme en bonne santé (108,109).

Les résultats de toutes ces études démontrent que les effets antioxydants que l'on attribue aux baies d'açai peuvent donc provenir à la fois de la neutralisation des radicaux libres et de la prévention de leurs dommages sur d'autres molécules, ainsi que de la modulation de certaines enzymes impliquées dans le stress oxydant (108). En effet les flavonoïdes et autres composants présents dans la composition des fruits des deux espèces agissent à plusieurs niveaux d'actions du stress oxydant, en neutralisant d'une part les radicaux libres, en permettant d'inhiber certaines enzymes pro-oxydantes comme la xanthine oxydase, ou encore en augmentant la transcription des gènes codants pour les enzymes antioxydantes telles que la superoxyde dismutase (SOD), la catalase (CAT) et la glutathion peroxydase (GPX) (100).

Le pouvoir antioxydant des baies d'açai permet d'autre part d'intervenir dans certains processus physiologiques dont l'inflammation, mais également dans de nombreuses affections chroniques en relation avec l'augmentation du stress oxydant, telles que les maladies cardiovasculaires ainsi que certaines pathologies métaboliques ou cancéreuses (74,100,101).

### 3.2 Anti-inflammatoire :

Une étude de Matheus et al (2003) met en évidence l'activité anti-inflammatoire des extraits de fruits et de fleurs d'*Euterpe oleraceae*. Dans cette étude, des cellules RAW 264.7 (macrophages) sont mises en culture et stimulées avec des interférons alpha (IFN-alpha) et des lipopolysaccharides (LPS) bactériens. Les extraits ont permis d'inhiber la production d'oxyde nitrique de ces cellules (104).

Des propriétés anti-inflammatoires ont été mises en évidence *in vitro* avec une réduction de la formation des espèces réactives de l'oxygène chez les polynucléaires neutrophiles en présence de jus d'açai, ainsi que la diminution de leur migration vers l'IL-8, les leucotriènes B4 et le fmlp (formyl-Méthionine-Leucine-Phénylalanine, peptide bactérien) qui sont des médiateurs pro-inflammatoires (107). Une légère inhibition des COX-1 et COX-2 a aussi été observée, avec une inhibition plus marquée pour la COX-1 (101).

La composition riche en polyphénols de la pulpe des fruits d'*E. oleraceae* a également permis d'inhiber l'expression de COX-2, l'activation de p38-MAPK et la libération de molécules pro-inflammatoires par les cellules immunitaires du tissu cérébral de souris, ainsi que l'inhibition de la phosphorylation du facteur nucléaire kappa B (NF-κB), facteur clé de l'initiation et de la propagation de la réponse inflammatoire, associé également à certaines maladies neurodégénératives, cardiovasculaires ou cancéreuses (85,106).



La capacité des flavonoïdes identifiés dans la pulpe des fruits d'*E. oleraceae* (vélutine, lutéoline, apigénine et chrysoériol) à inhiber l'activation du facteur NF-κB au moyen du test SEAP (Secreted Embryonic Alkaline Phosphatase) a été évaluée sur des cellules RAW-Blue™ dérivées de macrophages RAW 264.7, stimulées par le LPS (lipopolysaccharide) (95,110). C'est la vélutine qui a obtenu les meilleurs résultats sur l'inhibition de la sécrétion de la protéine SEAP. La vélutine est une flavone structuralement proche de la lutéoline qui est utilisée comme témoin positif, également identifiée dans la pulpe des fruits d'*E. oleraceae*, et connue pour son potentiel anti-inflammatoire vis-à-vis du facteur NF-κB. La vélutine a présenté une inhibition de l'activation du facteur NF-κB nettement supérieure à celle de la lutéoline (CI<sub>50</sub> de 2,0 μM pour la vélutine et de 12,4 μM pour la lutéoline). La substitution des groupements hydroxyles en position 7 et 3' de la lutéoline par des groupements méthoxyles correspond à la vélutine, et cette substitution semble être un facteur important dans l'inhibition de l'activation de NF-κB (95,110). Le même test SEAP a été réalisé pour comparer le potentiel anti-inflammatoire des deux espèces *E. oleraceae* et *E. precatória*, et il s'est avéré qu'à des concentrations de 20 μg/mL, seuls les fruits de l'espèce *E. precatória* étaient capables d'inhiber l'activation de NF-κB (98).

La vélutine s'est également révélée efficace dans l'inactivation de NF-κB lorsque les cellules étaient stimulées par l'oxLDL (oxidized low density lipoprotein). Etant donné l'implication du facteur NF-κB dans l'initiation et la progression de l'athérosclérose, et l'oxydation des lipides s'avérant être une étape clé dans le stade précoce du développement de l'athérosclérose, ceci permet d'envisager un potentiel effet athéro-protecteur de la vélutine (95).

Les effets anti-inflammatoires provenant de la composition des baies d'açaï ont été mis en évidence sur des lignées cellulaires, cependant les résultats de ces études ne permettent pas de prédire les effets attendus *in vivo* chez l'homme ou chez l'animal. D'autres études sont nécessaires pour pouvoir affirmer un potentiel effet anti-inflammatoire *in vivo*, notamment sur la biodisponibilité de ces substances (110).

### 3.3 Lutte contre les maladies cardiovasculaires :

La répartition du cholestérol parmi les différentes fractions de lipoprotéines plasmatiques s'avère être un déterminant important dans l'initiation et le développement de l'athérogénèse. Le cholestérol sous forme de LDL (low-density lipoprotein) est considéré comme potentiellement athérogène, tandis que le cholestérol sous forme de HDL (high-density

lipoprotein) est associé à un mécanisme prévenant l'apparition des lésions liées à l'athérosclérose (79).

En effet les LDL subissant des dommages oxydatifs par les espèces réactives de l'oxygène (ROS) sont pris en charge par des macrophages, qui s'accumulent dans la paroi endothéliale sous la forme de stries lipidiques (cellules spumeuses) formant une plaque d'athérome et réduisant ainsi la lumière des vaisseaux artériels de gros et de moyens calibres. Ce phénomène constitue l'étape initiale des lésions d'athérosclérose. Par conséquent, la réduction du cholestérol total ainsi que du taux de LDL-cholestérol s'avère bénéfique dans la prévention des maladies cardiovasculaires (79).

Par ailleurs, la prévention du stress oxydatif permettrait de réduire la formation de radicaux libres et ainsi de diminuer la peroxydation des LDL, réduisant également le développement des maladies du système cardiovasculaire (79).

Plusieurs études se sont intéressées aux effets bénéfiques *in vivo* des baies d'açaï vis-à-vis des troubles cardiovasculaires dans des modèles animaux, cependant les études *in vivo* chez l'homme restent peu nombreuses.

Les extraits de pulpe d'açaï ont induit un effet vasodilatateur soutenu et durable dans le lit vasculaire mésentérique de rats préalablement contracté par de la norépinéphrine, dont le mécanisme est probablement en lien avec l'activation de la voie NO-GMPc (voie de signalisation de la guanylate cyclase médiée par le monoxyde d'azote), ce qui a permis de suggérer l'usage possible d'extraits d'*Euterpe oleraceae* dans le traitement des maladies cardiovasculaires (111).

Le jus d'açaï permet de lutter contre le phénomène d'athérosclérose dans un contexte d'hyperlipidémie chez la souris (déficiente en apolipoprotéine E), notamment en diminuant la peroxydation lipidique grâce à l'augmentation de l'expression et de l'activité d'enzymes antioxydantes telles que la GPX (glutathion peroxydase) et la GSR (glutathion réductase) qui sont toutes deux considérées comme des enzymes antioxydantes importantes du système vasculaire. Dans le groupe supplémenté en jus d'açaï lyophilisé, on constate par rapport au groupe de souris non supplémentées une diminution des zones lésionnelles dans l'aorte, une amélioration du profil lipidique avec une augmentation du HDL-cholestérol, ainsi qu'une activité des enzymes GPX et GSR plus élevée. De plus, l'administration de jus d'açaï permet d'exercer un effet protecteur contre le développement de l'athérosclérose avec une inhibition des cytokines pro-inflammatoires (TNF $\alpha$  et IL-6) grâce à une régulation des médiateurs de l'inflammation (112).

Une étude a permis de mettre en évidence l'amélioration du profil lipidique (diminution du cholestérol total, des triglycérides et du non-HDL-cholestérol) ainsi qu'une atténuation des zones lésionnelles dues à l'athérosclérose suite à l'administration de jus d'açaï chez des lapins de Nouvelle-Zélande nourris avec un régime riche en cholestérol, par rapport au groupe témoin non supplémenté en açaï. Ces effets seraient liés en partie à un meilleur équilibre entre la synthèse et l'absorption des stérols (113).

L'administration d'açaï à des mouches femelles soumises à un régime alimentaire riche en graisse a entraîné une augmentation de la durée de vie de celles-ci en comparaison au groupe de mouches femelles témoin non supplémenté. La supplémentation en açaï a diminué le niveau de transcription d'une enzyme de la néoglucogénèse, la Pepck (phosphoénol-pyruvate-carboxykinase) (74).

Une étude des bénéfices *in vivo* de la supplémentation en pulpe d'açaï a été réalisée sur des rats dont l'hypercholestérolémie a été induite par un régime alimentaire riche en graisses (25% d'huile de soja et 1% de cholestérol). La supplémentation du régime riche en lipides avec 2% du poids sec en açaï a permis de mettre en évidence une amélioration du profil lipidique du sérum prélevé sur les rats, avec notamment diminution du cholestérol total et du LDL-cholestérol, associée à une amélioration des biomarqueurs du stress oxydatif avec une diminution de l'activité de la SOD par rapport au groupe hypercholestérolémique non supplémenté. D'autre part, la supplémentation en açaï a engendré une augmentation significative de la prise de poids et de l'excrétion fécale, sans augmentation de la consommation, traduisant une amélioration de l'index d'efficacité alimentaire (79).

Les études de Souza et al (2012) ont également permis de mettre en évidence le fait que l'ingestion de pulpe d'açaï améliorerait le profil lipidique dans divers modèles animaux. On note une modulation de l'expression des gènes impliqués dans l'homéostasie du cholestérol au niveau du foie, une augmentation de l'excrétion fécale de cholestérol, ainsi qu'une diminution du cholestérol total sérique et une augmentation du HDL-cholestérol. L'effet hypocholestérolémiant de la pulpe d'açaï serait lié à une augmentation de l'expression de gènes impliqués dans la sécrétion du cholestérol chez le rat, dont les gènes ABCG5 et ABCG8 (ATP-binding cassette subfamily G transporters) impliqués dans l'excrétion biliaire du cholestérol, et les gènes des récepteurs aux LDL (LDL-R) (114).

Les effets bénéfiques des baies d'açai au niveau de la protection du système cardiovasculaire ne seraient donc pas liés qu'à un seul composé, mais plutôt à la combinaison de divers composés tels que les tocots, les polyphénols, le profil lipidique riche en acides gras insaturés, ainsi que l'effet positif des phytostérols et des triacylglycérols sur les lipides sanguins. De plus les phytostérols sont connus pour réduire efficacement le taux de cholestérol (85,113).

Les études *in vivo* menées chez l'homme restent peu nombreuses, et les résultats obtenus divergent par rapport à ceux observés chez l'animal. Chez la femme en bonne santé, la supplémentation de l'alimentation par 200g d'açai par jour pendant 4 semaines consécutives n'a pas entraîné de modifications dans le profil lipidique du plasma des femmes volontaires, les taux de cholestérol total, de triglycérides, de HDL et de LDL-cholestérol étant inchangés. Cependant, ces études ont permis de mettre en évidence une augmentation de la capacité antioxydante totale du plasma ainsi qu'une diminution de l'oxydation des lipides, mécanisme fondamental de l'athérogenèse. En effet les ox-LDL n'étant pas reconnus par les LDL-R, ils sont pris en charge par les macrophages qui suite à l'accumulation des ox-LDL, se changent en cellules spumeuses qui sont les cellules précurseurs de l'athérosclérose (108,115).

### 3.4 Anti-cancéreux :

Les baies d'açai sont des fruits riches en polyphénols, catégorisés comme agents chimio-préventif (« chemopreventive agents »), car leur administration permet d'empêcher la formation d'espèces réactives d'oxygène et d'azote susceptibles d'entraîner des mutations génétiques, une instabilité génomique, ou encore une cancérogénèse des organes cibles (74,95).

Une étude réalisée sur des cellules cancéreuses leucémiques a révélé que des extraits de baies d'açai initiaient une réponse d'autodestruction jusqu'à 86 %. L'étude rapporte une réduction de la prolifération des cellules leucémiques HL-60 de 56% à 86%, avec des extraits de pulpe d'açai contenant entre 0.17 et 10,7 µM de composés phénoliques sous forme glycoside ou aglycone. Le mécanisme d'autodestruction cellulaire est basé sur l'activation de la caspase-3 (apoptose) en fonction de la dose et du temps (116). De plus, il a été constaté que les formes aglycones des anthocyanes induisaient des changements plus importants des paramètres cellulaires (prolifération et apoptose) que sous leurs formes glycosidiques, tandis qu'une tendance inverse a été observée pour les acides phénoliques et les flavonoïdes, leurs

formes glycosidiques étant plus actives vis-à-vis de la réduction de la prolifération cellulaire et de l'induction de l'apoptose que leurs formes aglycones (116). Les néolignanes et glucosides phénoliques identifiés dans la pulpe des fruits d'*E. oleraceae* ont également montré une cytotoxicité et une activité antiproliférative contre des cellules leucémiques HL-60 (85,97).

Cependant, il a aussi été constaté que les interactions entre les différents composés phytochimiques présents dans les baies d'açaï avaient un impact défavorable sur les propriétés antiprolifératives et pro-apoptotiques individuelles de ces composés. Afin de pouvoir évaluer les avantages potentiels des baies d'açaï sur la santé, il est important d'étudier la biodisponibilité de ces composés (116).

L'huile d'açaï possède une influence significative sur la prolifération des cellules. Une étude rapporte qu'une fraction polyphénolique non anthocyanique de l'extrait de pulpe d'açaï permet d'inhiber la prolifération des cellules d'adénocarcinome humain HT-29 (cancer du côlon) jusqu'à 90,7% (117). Les fractions d'anthocyanes ont également été testées sur ces cellules avec des résultats prometteurs, inhibant la prolifération des cellules cancéreuses de manière dose-dépendante jusqu'à 95,2% (118).

L'extrait phénolique d'*E. oleraceae* présente des activités anti-inflammatoires et cytotoxiques dans des cellules du cancer du côlon SW-480, avec notamment une régulation négative de NF- $\kappa$ B, ainsi que de ICAM-1 (intracellular adhesion molecule-1) et de VCAM-1 (vascular cell adhesion molecule-1), deux cibles de NF- $\kappa$ B impliquées dans l'adhésion cellulaire et qui influencent la différenciation (119). On constate également une diminution de la carcinogenèse dans le cancer du côlon induit chimiquement par du DMH (1,2-diméthylhydrazine) chez le rat mâle, et par le carcinogène azoxyméthane (AOM) chez la souris mâle, suite à l'administration de pulpe de fruits d'*E. oleraceae* (120,121). Une augmentation des défenses antioxydantes endogènes a été constatée, avec une augmentation du niveau de glutathion total dans le compartiment intracellulaire, permettant de réduire les dommages causés à l'ADN par les agents électrophiles. Cette augmentation est probablement due à la richesse en anthocyanes et caroténoïdes présents dans la pulpe des fruits, qui sont des composés permettant de régénérer les défenses antioxydantes de l'organisme en augmentant l'expression de certaines enzymes, notamment parmi celles régénérant le glutathion (121).

L'extrait phénolique non-anthocyanique des fruits du type blanc (açaï branco), riche en orientine, iso-orientine, acide vanillique et férulique, a inhibé une réaction de nitrosation dans un système gastrique *in vitro*, suggérant un effet protecteur sur la formation de composés nitrosés liés au cancer colorectal (85).

L'effet antiprolifératif de l'extrait de baie d'açai riche en anthocyanine a aussi été mis en évidence contre des cellules de gliome cérébral C-6 de rat, l'açai induisant une apoptose de ces cellules (IC<sub>50</sub> de 121µg/ml). Cependant l'extrait n'a pas eu d'effet sur la croissance des cellules de cancer du sein humain MDA-468 (122).

Les extraits hydroalcooliques des fruits et des graines d'*E. oleraceae*, particulièrement riches en épicatechine, proanthocyanidine A2 et trimères de procyanidines, ont permis de réduire la viabilité de cellules cancéreuses MCF-7 (cancer du sein) ainsi que d'induire une augmentation du processus d'autophagie (123).

L'administration d'extrait de baies d'açai à des rats dont la carcinogenèse mammaire a été induite par l'utilisation de DMBA (7,12- dimethylbenzanthracene) a permis de mettre en évidence un potentiel anti angiogénique et anti-inflammatoire qui a entraîné une inhibition de la cancérogenèse, avec une réduction du recrutement et de l'activation des macrophages, conduisant ainsi à une diminution de l'activité de COX-2 et de l'expression de VEGF (Vascular endothelial growth factor) et de VEGFR-2 (Vascular endothelial growth factor receptor 2), ainsi qu'à une diminution de la libération de médiateurs de l'inflammation tels que PGE<sub>2</sub> (prostaglandine E2) et IL-10 (124). Ces effets sont probablement dus aux concentrations élevées en anthocyanes et autres polyphénols des baies d'açai. On constate également une réduction de la fibrose, des cellules atypiques, et du micro-environnement hémorragique au niveau du foie et des reins dans le groupe supplémenté en açai par rapport au groupe contrôle, ainsi qu'une réduction de la mortalité (124).

D'autres part, l'extrait méthanolique des fruits d'*E. oleraceae* a présenté des propriétés cytotoxiques contre des cellules de carcinome hépatocellulaire Hep-G2 (85,125).

### 3.5 Autres effets thérapeutiques :

#### 3.5.1 Activité anti-parasitaire :

On remarque une activité antiplasmodiale (antimalariale) modérée *in vitro* pour le dibenzoate d'alcool dehydrodiconiférylique, un lignane lié en 8-5' (8-5' linked lignan) isolé à partir des fractions d'acétate d'éthyle extraites des racines de l'espèce *E. precatória* (96).

De plus, dans une étude sur la composition des racines et de la tige des feuilles de l'espèce *E. precatória*, les composés tels que la β-amyrine, le stigmast-4-en-6β-ol-3-one et le 3β-O-β-

D-glycopyranosyl sitostérol ont présenté des résultats positifs dans le test de cytotoxicité sur *Artemia salina*, suggérant ainsi une corrélation avec l'effet anti paludique que l'on rapporte à l'utilisation de ces parties de la plante en ethnomédecine (99). *Artemia salina* est un micro crustacé très dépendant de l'environnement dans lequel il se trouve, utilisé au stade larvaire pour déterminer la toxicité aigüe des substances. Le paramètre mesuré est la dose létale DL50 (dose létale médiane) c'est-à-dire la concentration de l'extrait testé qui permet de tuer 50% des nauplii d'*Artemia salina*. Une DL50 supérieure à 1000µg/mL indique l'absence de toxicité d'une substance, une DL50 comprise entre 80µg et 250 µg/mL peut traduire une activité trypanomicide, et une DL50 inférieure à 145µg/mL peut traduire une activité anti-tumorale. La β-amyrine, le stigmast-4-en-6β-ol-3-one et le 3β-O-β-D-glycopyranosyl sitostérol ont obtenu des DL50 de 23µg/mL, 39µg/mL, et 67µg/mL respectivement traduisant une activité forte, tandis que le palmitate de β-sitostérol a montré une activité faible, avec une DL50 de 617µg/mL (99).

Les baies d'açaï provenant de l'espèce *E. oleraceae* ont présenté une activité antiparasitaire (leishmanicide) *in vitro* contre deux espèces responsables de la leishmaniose américaine cutanée et viscérale, *Leishmania amazonensis* et *Leishmania infantum* respectivement, sans présenter d'effets toxiques pour la cellule hôte. Une réduction significative des formes promastigotes (formes infestantes mobiles) et amastigotes (dépourvues de flagelle) a été observée, parallèlement à une augmentation de la production de ROS dans les promastigotes, ainsi qu'à une diminution de la sécrétion d'IL-17 par les macrophages infectés (cytokine importante du processus pathogène des deux espèces, impliquée dans la prolifération des protozoaires) (126).

### 3.5.2 Neuroprotection :

Les fruits d'*E. precatória* riches en anthocyanes, particulièrement en cyanidine-3-rutinoside, ont présenté des capacités de neuroprotection. Les anthocyanes pourraient servir d'agents prophylactiques vis-à-vis des maladies neurodégénératives telle que la maladie d'Alzheimer, en convertissant les dépôts amyloïdes (Aβ) en une forme non-toxique (85).

L'extrait hydro-alcoolique des fruits d'*E. oleracea* a protégé des cellules humaines neurone-like, l'extrait aqueux a quant à lui présenté un effet neuroprotecteur contre l'agrégation β-amyloïde, et la pulpe du fruit a montré des effets protecteurs contre le stress oxydatif et l'inflammation dans plusieurs régions du cerveau de rats sur un modèle d'encéphalopathie hépatique (85).

De plus, la pulpe des fruits d'*E. oleraceae* pourrait être utilisée dans une thérapie alternative du trouble bipolaire, avec une potentielle augmentation de l'activité du complexe mitochondrial (85).

Les caroténoïdes xanthophylles, tels que la lutéine et la zéaxanthine contenues dans la pulpe des fruits d'*E. precatoria*, s'accumulent de manière préférentielle dans le cerveau humain, réduisent les dommages photo-oxydatifs et modulent l'expression des inflammations associées à la dégénérescence maculaire. Leur supplémentation pourrait améliorer les performances et pourrait être bénéfique pour le maintien de la santé cognitive (85).

### 3.5.3 Autres exemples d'effets bénéfiques :

Une étude suggère que l'ajout d'extrait hydroalcoolique de baies d'açaï aux cigarettes permettrait de diminuer les dommages pulmonaires induits par la fumée. Un effet protecteur contre l'emphysème a été constaté chez la souris, probablement dû à une réduction des réactions d'oxydations et inflammatoires médiées par les polyphénols contenus dans les fruits (127). Des effets protecteurs contre l'emphysème pulmonaire induit par la fumée de cigarette ont été constatés, avec une activité plus élevée des enzymes antioxydantes, une réduction de l'infiltration de macrophages, de leucocytes et de polynucléaires neutrophiles dans les alvéoles pulmonaires, ainsi qu'une diminution de l'expression de TNF- $\alpha$ . De plus, une réduction de la protéine métallo-élastase a été observée : il s'agit d'une protéine des macrophages impliquée dans la dégradation de la matrice extracellulaire dans l'emphysème (127,128).

Une étude s'est intéressée au potentiel thérapeutique de l'extrait des fruits de l'espèce *E. oleraceae* sur la croissance et la survie des lésions de l'endométriose en utilisant un modèle expérimental sur des rats (129). Par rapport au groupe contrôle, le groupe traité par l'extrait d'açaï a présenté une réduction de l'expression de VEGF, de COX-2, et de MMP-9 (metalloprotéinase-9, impliquée dans la dégradation de la matrice extracellulaire), des concentrations plus faibles en PGE2, en oxyde nitrique (NO) et en VEGF (Figure 25), ainsi qu'une diminution des zones lésionnelles et du nombre de macrophages. Ces résultats démontrent des propriétés anti-angiogéniques et anti-inflammatoires permettant de lutter contre l'établissement et la croissance des lésions de l'endométriose. L'extrait de baies d'açaï pourrait de ce fait être proposé comme nouveau traitement thérapeutique prometteur dans l'endométriose (129).



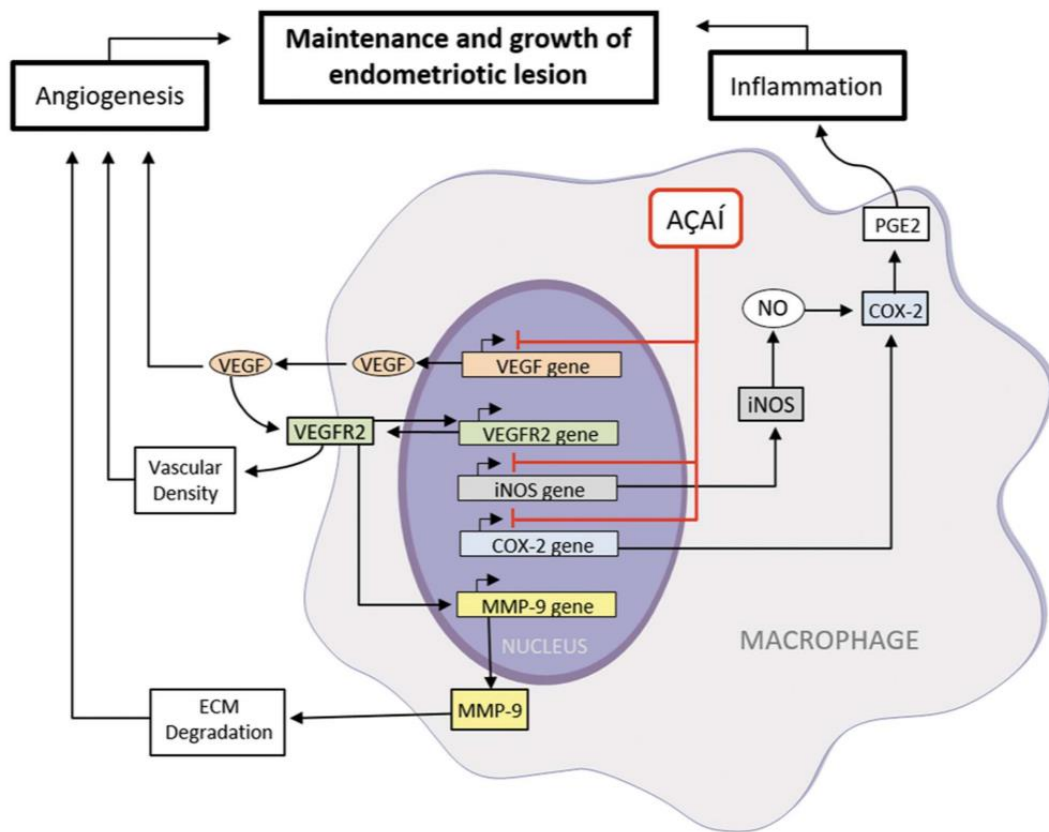


Figure 25 : Mécanismes thérapeutiques des baies d'açaï dans l'endométriose (129) :

## Conclusion :

Après avoir présenté la classification, l'histoire, et l'analyse botanique des baies d'açai et des palmiers dont ces fruits proviennent, nous avons pu constater qu'il en résulte de nombreux usages traditionnels, aussi bien culinaires qu'artisanaux, et qu'elles occupent une place importante dans l'alimentation et la médecine traditionnelle des populations d'Amazonie.

Depuis quelques dizaines d'années, de nombreuses recherches se sont intéressées à l'analyse de la composition phytochimique des baies d'açai, et les principaux composés identifiés en quantités majoritaires et retrouvés dans la plupart des études appartiennent au groupe des flavonoïdes, plus particulièrement des anthocyanes, avec la cyanidine-3-O-glucoside et la cyanidine-3-O-rutinoside. Les autres composés majoritairement présents sont principalement des polyphénols appartenant aux groupes des acides phénoliques, des proanthocyanidines, des lignanes, ainsi que d'autres flavonoïdes.

Le pouvoir anti-oxydant de ces fruits a été mis en évidence à travers de nombreux tests *in vitro*, aussi bien en comparaison à d'autres fruits tropicaux ou connus pour être antioxydants, ainsi que dans plusieurs études sur des modèles cellulaires. Cependant il n'existe que peu d'études s'intéressant au potentiel antioxydant des baies d'açai chez l'être humain, bien que celles-ci aient démontré certains bénéfices chez l'homme et l'animal.

D'autres effets thérapeutiques ont été attribués à la composition riche en anthocyanes et autres polyphénols des baies d'açai, avec notamment une composante anti-inflammatoire, un potentiel anti-cancéreux, ainsi qu'un rôle protecteur dans les maladies cardiovasculaires. Cependant les recherches menées sur ces bénéfices portent jusqu'à présent sur des modèles *in vitro*, cellulaires et animaux. Pour pouvoir affirmer l'action antioxydante de ces fruits ainsi que les autres effets thérapeutiques qui leurs sont attribués, des études de biodisponibilité et des bénéfices *in vivo* de la consommation des baies d'açai chez l'homme sont encore nécessaires.

## Références bibliographiques :

1. Grandtner MM, Chevrette J. Dictionary of Trees, Volume 2: South America: Nomenclature, Taxonomy and Ecology. Academic Press; 2013. 1171 p.
2. Plotkin MJ, Balick MJ. Medicinal uses of South American palms. *J Ethnopharmacol.* 1 avr 1984;10(2):157-79.
3. De Granville J-J, Gayot M. Guide des Palmiers de Guyane française. 2014.
4. GBIF - Global Biodiversity Information Facility [Internet]. Global Biodiversity Information Facility. [cité 8 mai 2021]. Disponible sur: <https://www.gbif.org/>
5. Govaerts R, Cloutman P, Dransfield J. World Checklist of Palms. Royal Botanic Gardens; 2005. 96 p.
6. Funk V, Hollowell T, Berry P, Kelloff C, Alexander SN. Checklist of the Plants of the Guiana Shield (Venezuela: Amazonas, Bolivar, Delta Amacuro; Guyana, Surinam, French Guiana). *Contrib U S Natl Herb.* 2007;55:1-584.
7. ASMUSSEN CB, DRANSFIELD J, DEICKMANN V, BARFOD AS, PINTAUD J-C, BAKER WJ. A new subfamily classification of the palm family (Arecaceae): evidence from plastid DNA phylogeny. *Bot J Linn Soc.* 1 mai 2006;151(1):15-38.
8. Baker W, Dransfield J. Beyond Genera Palmarum: progress and prospects in palm systematics. *Bot J Linn Soc.* 1 oct 2016;182:207-13.
9. Comer JR, Zomlefer WB, Barrett CF, Davis JI, Stevenson DW, Heyduk K, et al. Resolving relationships within the palm subfamily Arecoideae (Arecaceae) using plastid sequences derived from next-generation sequencing. *Am J Bot.* juin 2015;102(6):888-99.
10. De Granville JJ. Les palmiers de la Guyane Française. *Bois For Trop.* 1989;(220):43-54.
11. Asmussen CB, Baker W, Dransfield J. Phylogeny of the palm family (Arecaceae) based on rps16 intron and trnL-trnF plastid DNA sequences. 2000.
12. Baker W, Lange C, Barrow S, Dransfield J, Hedderson T. A phylogenetic study of the palm family (Palmae) based on chloroplast DNA sequences from the trnL — trnF region. *Pl Syst Evol.* 3 janv 1999;219:111-26.
13. Dransfield J, Uhl N, Lange C, Baker W, Harley M, Lewis C. A new phylogenetic classification of the palm family, Arecaceae. *Kew Bull.* 1 janv 2005;60:559-69.
14. Janick J, Paull RE. The Encyclopedia of Fruit and Nuts. CABI; 2008. 992 p.
15. Comer J, Zomlefer W, Barrett C, Stevenson D, Heyduk K, Leebens-Mack J. Nuclear phylogenomics of the palm subfamily Arecoideae (Arecaceae). *Mol Phylogenet Evol.* 1 avr 2016;97:32-42.

16. Henderson A. A phylogenetic analysis of the Euterpeinae (Palmae; Arecoideae; Areceae) based on morphology and anatomy. *Brittonia*. 1 janv 1999;51(1):106-13.
17. Asmussen CB, Chase MW. Coding and noncoding plastid DNA in palm systematics. *Am J Bot*. 2001;88(6):1103-17.
18. Hahn W. A Molecular Phylogenetic Study of the Palmae (Arecaceae) Based on atp B, rbc L, and 18S nrDNA Sequences. *Syst Biol*. 1 mars 2002;51:92-112.
19. Hahn WJ. A phylogenetic analysis of the Arecoideae of palms based on plastid DNA sequence data. *Mol Phylogenet Evol*. 1 mai 2002;23(2):189-204.
20. Lewis CE, Doyle JJ. Phylogenetic Utility of the Nuclear Gene Malate Synthase in the Palm Family (Arecaceae). *Mol Phylogenet Evol*. 1 juin 2001;19(3):409-20.
21. Lewis C, Doyle J. Phylogenetics of tribe Areceae (Arecaceae) using two low-copy nuclear genes. *Plant Syst Evol*. 1 déc 2002;236:1-17.
22. Baker WJ, Norup MV, Clarkson JJ, Couvreur TLP, Dowe JL, Lewis CE, et al. Phylogenetic relationships among arecoide palm (Arecaceae: Arecoideae). *Ann Bot*. déc 2011;108(8):1417-32.
23. Uhl NW, Moore HE. The Structure of the Acervulus, the Flower Cluster of Chamaedoreoid Palms. *Am J Bot*. 1978;65(2):197-204.
24. Pichardo-Marcano F, Nieto-Blázquez ME, MacDonald A, Galeano G, Roncal J. Phylogeny, historical biogeography and diversification rates in an economically important group of Neotropical palms: Tribe Euterpeae. *Mol Phylogenet Evol*. 1 déc 2018;133.
25. Palmweb - Palms of the World Online | PALMweb [Internet]. [cité 30 avr 2021]. Disponible sur: <http://www.palmweb.org/>
26. Albano P-O, Reinette Y. Etude de la diversité biologique et de la répartition des palmiers autochtones de Martinique [Internet]. DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'AMENAGEMENT ET DU LOGEMENT MARTINIQUE; 2017 [cité 9 mai 2021]. Disponible sur: [https://www.notre-environnement.gouv.fr/spip.php?page=fond-documentaire&id=395266&title=Etude+de+la+diversit%C3%A9+biologique+et+de+la+r%C3%A9partition+des+palmiers%C2%A0\(...\)&lienretour=https%3A%2F%2Fwww.notre-environnement.gouv.fr%2Fcherche%3Frecherche%3D%2A%26amp%3Bsysteme%3DSYRACUSE%26amp%3Bsetregion%3D2&lien-ressource=recherche](https://www.notre-environnement.gouv.fr/spip.php?page=fond-documentaire&id=395266&title=Etude+de+la+diversit%C3%A9+biologique+et+de+la+r%C3%A9partition+des+palmiers%C2%A0(...)&lienretour=https%3A%2F%2Fwww.notre-environnement.gouv.fr%2Fcherche%3Frecherche%3D%2A%26amp%3Bsysteme%3DSYRACUSE%26amp%3Bsetregion%3D2&lien-ressource=recherche)
27. Henderson A, Galeano G. Euterpe, Prestoea, and Neonicholsonia (Palmae). *Flora Neotropica*. 1996;72:1-89.
28. Greuter W. International Code of Botanical Nomenclature. Adopted by the Fourteenth International Botanical Congress, Berlin, July-August 1987. Königstein. Koeltz Scientific Books; 1988. 328 p.
29. Palmworld.org [Internet]. Palmworld. [cité 30 avr 2021]. Disponible sur: <http://palmworld.org>
30. Vasconcelos M da S, Mota EF, Gomes-Rochette NF, Nunes-Pinheiro DCS, Nabavi SM, de Melo DF. Chapter 3.1 - Açai or Brazilian Berry (Euterpe oleracea). In: Nabavi SM, Silva AS, éditeurs. Nonvitamin and Nonmineral Nutritional Supplements [Internet]. Academic Press; 2019 [cité 13

- mai 2021]. p. 131-3. Disponible sur:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128124918000175>
31. Lee R, Balick MJ. Palms, people, and health. *Explore N Y N*. févr 2008;4(1):59-62.
  32. Dransfield J, Uhl N, Lange C, Baker W, Harley M, Lewis C. *Genera Palmarum. The Evolution and Classification of Palms*. 2008.
  33. Shanley P, Cymerys M, Serra M, Medina G. Fruit trees and useful plant in Amazonian life [Internet]. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), the Center for International Forestry Research (CIFOR), and People and Plants International (PPI). 2011. Disponible sur:  
[https://www.researchgate.net/publication/279804491\\_Fruit\\_Trees\\_and\\_Useful\\_Plants\\_in\\_Amazonian\\_Life](https://www.researchgate.net/publication/279804491_Fruit_Trees_and_Useful_Plants_in_Amazonian_Life)
  34. Freitas J, Santos E, Junior F, Castelo A. Extractive activity of *Euterpe oleracea* Mart. (Acai palm tree) in the Araguari River Valley, Eastern Amazon. *J Agric Stud*. 8 déc 2019;8:110.
  35. Avalos G, Otárola MF. Allometry and stilt root structure of the neotropical palm *Euterpe precatoria* (Arecaceae) across sites and successional stages. *Am J Bot*. 2010;97(3):388-94.
  36. Plants of the World Online | Kew Science | Royal Botanic Gardens, Kew [Internet]. Plants of the World Online. [cité 14 mai 2021]. Disponible sur: <http://www.plantsoftheworldonline.org/>
  37. Plantes et botanique : le site dédié au monde végétal [Internet]. Plantes et botanique. Plantes et botanique; 2020 [cité 14 mai 2021]. Disponible sur: <https://www.plantes-botanique.org/>
  38. Alapetite E. Etude de l'appareil reproducteur des palmiers (Arecaceae) : évolution du système sexuel et du nombre d'étamines [Internet] [phdthesis]. Université Paris Sud - Paris XI; 2013 [cité 14 mai 2021]. Disponible sur: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01017166>
  39. Kùchmeister H, Silberbauer-Gottsberger I, Gottsberger G. Flowering, pollination, nectar standing crop, and nectaries of *Euterpe precatoria* (Arecaceae), an Amazonian rain forest palm. *Plant Syst Evol - PLANT SYST EVOL*. 1 mars 1997;206:71-97.
  40. Barthelemy D. *Euterpe oleracea* Mart. (Pinot) [Internet]. 1999 [cité 24 sept 2021]. Disponible sur: <https://identify.plantnet.org/fr/the-plant-list/observations/1009184237>
  41. Bezerra L, Campbell A, Brito T, Menezes C, Maues M. Pollen Loads of Flower Visitors to Açai Palm (*Euterpe oleracea*) and Implications for Management of Pollination Services. *Neotrop Entomol*. 27 juill 2020;49.
  42. Yahia EM. Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits. Volume 2. Acai to citrus. Woodhead Publishig. Vol. 2. 2011. 560 p.
  43. Oliveira M do S, Carvalho J, Nascimento W. Açai (*Euterpe oleracea* Mart.). 1 janv 2000;
  44. de Oliveira M do SP, Schwartz G. Açai—*Euterpe oleracea*. In: Rodrigues S, de Oliveira Silva E, de Brito ES, éditeurs. *Exotic Fruits* [Internet]. Academic Press; 2018 [cité 13 juill 2021]. p. 1-5. Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128031384000022>
  45. De Granville JJ. Aperçu sur la structure des pneumatophores de deux espèces des sols hydromorphes en Guyane : *Mauritia flexuosa* L. et *Euterpe oleracea* Mart. (Palmae).

- Généralisation au système respiratoire racinaire d'autres palmiers. Cah ORSTOM Cayenne Sér Biol. 1974;(23):3-22.
46. Oldeman RAA. Etude biologique des pinotières de la Guyane Française. Cah ORSTOM Cayenne Sér Biol. 1969;(10):3-18.
  47. Laval P. Dynamique des savoirs et des échanges d'un produit de collecte en territoire transfrontalier. Le cas du wassaï (*Euterpe oleracea*) dans la région du bas Oyapock. Confins Rev Fr-Brés Géographie Rev Fr-Bras Geogr [Internet]. 20 nov 2012 [cité 18 mai 2021];(16). Disponible sur: <http://journals.openedition.org/confins/8027>
  48. Ricci JP. Les pinotières. Bois For Trop. 1989;(220):55-63.
  49. Herculano FEB. Produção industrial de cosméticos: o protagonismo da biodiversidade vegetal da Amazônia [Internet] [Programme d'études supérieures en biotechnologie]. Universidade Federal do Amazonas (UFAM); 2013 [cité 21 mai 2021]. Disponible sur: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/3087>
  50. Tavares G, Homma A. COMERCIALIZAÇÃO DO AÇAÍ NO ESTADO DO PARÁ: ALGUNS COMENTÁRIOS. Rev Obs Econ Latinoam. 1 sept 2015;1-12.
  51. Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura 2019 (PEVS). IBGE. v. 34. 15 oct 2020;1-8.
  52. Rossini MC, Leonardi AC, Krauss J, Fortes R. Como o açaí conquistou o mundo. Super Interessante, Grupo Abril [Internet]. déc 2019 [cité 19 mai 2021]; Disponible sur: <https://super.abril.com.br/especiais/as-raizes-do-acai/>
  53. Marigo LC. Image libre: agriculteurs, montées, acai, arbre, choix, baies, pulpe, tropical, fruits [Internet]. PIXNIO - Images du Domaine Public. [cité 24 sept 2021]. Disponible sur: <https://pixnio.com/fr/gens-fr/hommes-hommes/agriculteurs-montees-acai-arbre-choix-baies-pulpe-tropical-fruits>
  54. Kahn F, Hladik CM, Hladik A, Pagezy H, Linares OF, Koppert GJA, et al. Les palmeraies amazoniennes : ressources alimentaires et aménagement des écosystèmes forestiers. In: L'alimentation en forêt tropicale : interactions bioculturelles et perspectives de développement. UNESCO. Paris: l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation; 1996. p. 261-74.
  55. Heckel EM. Les plantes médicinales et toxiques de la Guyane française : catalogue raisonné et alphabétique. Protat frères. Mâcon: Imprimerie Protat (1833-1985); 1897. 91 p.
  56. Tareau M-A. Les pharmacopées métissées de Guyane : ethnobotanique d'une phytothérapie en mouvement [Internet] [phdthesis]. Université de Guyane; 2019 [cité 19 mai 2021]. Disponible sur: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02926473>
  57. Cunha Junior L, Nardini V, Khatiwada B, Teixeira G, Walsh K. Classification of intact açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) and juçara (*Euterpe edulis* Mart) fruits based on dry matter content by means of near infrared spectroscopy. Food Control. 1 avr 2015;50:630-6.
  58. Research C for DE and. Public Notification: Extra Slim Plus Acai Berry Weight Loss Formula contains hidden drug ingredient. FDA [Internet]. 7 nov 2016 [cité 19 mai 2021]; Disponible sur: <https://www.fda.gov/drugs/medication-health-fraud/public-notification-extra-slim-plus-acai-berry-weight-loss-formula-contains-hidden-drug-ingredient>

59. Research C for DE and. Public Notification: Dream Body Advanced + Acai Weight Loss & Cleanse contains hidden drug ingredients. FDA [Internet]. 7 nov 2016 [cité 19 mai 2021]; Disponible sur: <https://www.fda.gov/drugs/medication-health-fraud/public-notification-dream-body-advanced-acai-weight-loss-cleanse-contains-hidden-drug-ingredients>
60. BCB - La base de données sur les Médicaments et les produits de santé [Internet]. [cité 19 mai 2021]. Disponible sur: <https://www.bcb.fr/>
61. Kohler L. Monographie : les baies d'acai [Internet]. Université du Québec à Chicoutimi (UQAC); 2016 nov p. 31. Disponible sur: <https://www.scc-quebec.org/baies-dacai-par-lise-kohler/>
62. Carneiro APG, Silva LMR, Figueiredo R, Sousa P, Maia G. Efeito da Temperatura no Comportamento Reológico de Pó de Açai (Euterpe oleracea) Reconstituído. UNOPAR Científica Ciênc Biológicas E Saúde. 1 janv 2012;14:241-5.
63. Pavan M, Schmidt S, Feng H. Water sorption behavior and thermal analysis of freeze-dried, Refractance Window-dried and hot-air dried açai (Euterpe oleracea Martius) juice. Lebensm-Wiss -Technol. 1 sept 2012;48:75-81.
64. Ayala R. Fermentation and Supercritical Extraction Studies of Açai Berry [Internet]. University of South Florida; 2012. Disponible sur: <https://scholarcommons.usf.edu/etd/3961>
65. Bereau D. Huiles et fractions insaponifiables de huit espèces de palmiers amazoniens [Internet] [These de doctorat]. Toulouse, INPT; 2001 [cité 21 mai 2021]. Disponible sur: <http://theses.fr/2001INPT005G>
66. Córdova-Fraga T, de Araujo DB, Sanchez TA, Elias J, Carneiro A a. O, Brandt-Oliveira R, et al. Euterpe Oleracea (Açai) as an alternative oral contrast agent in MRI of the gastrointestinal system: preliminary results. Magn Reson Imaging. avr 2004;22(3):389-93.
67. Sanchez TA, Elias J, Colnago LA, de Almeida Troncon LE, de Oliveira RB, Baffa O, et al. Clinical feasibility of Açai (Euterpe oleracea) pulp as an oral contrast agent for magnetic resonance cholangiopancreatography. J Comput Assist Tomogr. oct 2009;33(5):666-71.
68. Bobbio FO, Druzian JI, Abrão PA, Bobbio PA, Fadelli S. Identificação e quantificação das antocianinas do fruto do açazeiro (Euterpe oleracea) Mart. Food Sci Technol. déc 2000;20:388-90.
69. Schauss A, Wu X, Prior R, Ou B, Patel D, Huang D, et al. Phytochemical and Nutrient Composition of the Freeze-Dried Amazonian Palm Berry, Euterpe oleracea Mart. (Acai). J Agric Food Chem. 1 déc 2006;54:8598-603.
70. Heinrich M, Dhanji T, Casselman I. Açai (Euterpe oleracea Mart.)—A phytochemical and pharmacological assessment of the species' health claims. Phytochem Lett. 15 mars 2011;4(1):10-21.
71. Menezes EM da S, Torres AT, Sabaa Srur AU. Valor nutricional da polpa de açai (Euterpe oleracea Mart) liofilizada. Acta Amaz. 2008;38:311-6.
72. Carvalho AV, Ferreira Ferreira da Silveira T, Mattietto R de A, Padilha de Oliveira M do S, Godoy HT. Chemical composition and antioxidant capacity of açai (Euterpe oleracea) genotypes and commercial pulps. J Sci Food Agric. mars 2017;97(5):1467-74.

73. Schauss A. Advances in the study of the health benefits and mechanisms of action of the pulp and seed of the Amazonian palm fruit, *Euterpe oleracea* Mart., known as "Açaí". In 2016. p. 179-220.
74. Yamaguchi K, Ravazi Pereira LF, Lamarão C, Lima E, Veiga V. Amazon acai: Chemistry and biological activities: A review. *Food Chem.* 1 févr 2015;179.
75. Gordon A, Cruz APG, Cabral LMC, de Freitas SC, Taxi CMAD, Donangelo CM, et al. Chemical characterization and evaluation of antioxidant properties of açaí fruits (*Euterpe oleracea* Mart.) during ripening. *Food Chem.* 15 juill 2012;133(2):256-63.
76. Sanabria N, Sangronis E. Characterization of the acai or manaca (*Euterpe oleracea* Mart.): A fruit of the Amazon. *Arch Latinoam Nutr.* 1 avr 2007;57:94-8.
77. Lichtenthäler R, Rodrigues R, Maia J, Papagiannopoulos M, Fabricius H, Marx F. Total oxidant scavenging capacities of *Euterpe oleracea* Mart. (Açaí) fruits. *Int J Food Sci Nutr.* 1 mars 2005;56:53-64.
78. Yuyama LKO, Aguiar JPL, Silva Filho DF, Yuyama K, Jesus Varejão M de, Fávaro DIT, et al. Caracterização físico-química do suco de açaí de *Euterpe precatoria* Mart. oriundo de diferentes ecossistemas amazônicos. *Acta Amaz.* 2011;41:545-52.
79. de Souza MO, Silva M, Silva ME, Oliveira R de P, Pedrosa ML. Diet supplementation with acai (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp improves biomarkers of oxidative stress and the serum lipid profile in rats. *Nutr Burbank Los Angel Cty Calif.* août 2010;26(7-8):804-10.
80. Nascimento RJS do, Couri S, Antoniassi R, Freitas SP. Composição em ácidos graxos do óleo da polpa de açaí extraído com enzimas e com hexano. *Rev Bras Frutic.* juin 2008;30:498-502.
81. Mulabagal V, Calderón AI. Liquid chromatography/mass spectrometry based fingerprinting analysis and mass profiling of *Euterpe oleracea* (açaí) dietary supplement raw materials. *Food Chem.* 15 sept 2012;134(2):1156-64.
82. Pacheco-Palencia LA, Mertens-Talcott S, Talcott ST. Chemical composition, antioxidant properties, and thermal stability of a phytochemical enriched oil from Acai (*Euterpe oleracea* Mart.). *J Agric Food Chem.* 25 juin 2008;56(12):4631-6.
83. Rufino M do SM, Alves RE, de Brito ES, Pérez-Jiménez J, Saura-Calixto F, Mancini-Filho J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chem.* 15 août 2010;121(4):996-1002.
84. Salem JH. Extraction, identification, caractérisation des activités biologiques de flavonoïdes de *Nitraria retusa* et synthèse de dérivés acylés de ces molécules par voie enzymatique [Internet] [phdthesis]. Institut National Polytechnique de Lorraine; 2009 [cité 16 juin 2021]. Disponible sur: <https://hal.univ-lorraine.fr/tel-01748769>
85. Agostini-Costa T da S. Bioactive compounds and health benefits of some palm species traditionally used in Africa and the Americas - A review. *J Ethnopharmacol.* 5 oct 2018;224:202-29.
86. Nsemi FM. Identification de polyphénols, évaluation de leur activité antioxydante et étude de leurs propriétés biologiques [Internet] [phdthesis]. Université Paul Verlaine - Metz; 2010 [cité 16 juin 2021]. Disponible sur: <https://hal.univ-lorraine.fr/tel-01752680>



87. Pacheco-Palencia LA, Duncan CE, Talcott ST. Phytochemical composition and thermal stability of two commercial açai species, *Euterpe oleracea* and *Euterpe precatoria*. *Food Chem.* 15 août 2009;115(4):1199-205.
88. Del Pozo-Insfran D, Brenes CH, Talcott ST. Phytochemical composition and pigment stability of Açai (*Euterpe oleracea* Mart.). *J Agric Food Chem.* 24 mars 2004;52(6):1539-45.
89. Gallori S, Bilia A, Bergonzi M, Barbosa WL, Vincieri F. Polyphenolic Constituents of Fruit Pulp of *Euterpe oleracea* Mart. (Açai palm). *Chromatographia.* 1 juin 2004;59:739-43.
90. Vera de Rosso V, Hillebrand S, Cuevas Montilla E, Bobbio FO, Winterhalter P, Mercadante AZ. Determination of anthocyanins from acerola (*Malpighia emarginata* DC.) and açai (*Euterpe oleracea* Mart.) by HPLC–PDA–MS/MS. *J Food Compos Anal.* 1 juin 2008;21(4):291-9.
91. Rogez H, Pompeu DR, Akwie SNT, Larondelle Y. Sigmoidal kinetics of anthocyanin accumulation during fruit ripening: A comparison between açai fruits (*Euterpe oleracea*) and other anthocyanin-rich fruits. *J Food Compos Anal.* 1 sept 2011;24(6):796-800.
92. Levy R, Okun Z, Shpigelman A. The Influence of Chemical Structure and the Presence of Ascorbic Acid on Anthocyanins Stability and Spectral Properties in Purified Model Systems. *Foods* [Internet]. 12 juin 2019 [cité 16 juin 2021];8(6). Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6617505/>
93. Chaaban H. Étude cinétique et modélisation des effets des traitements thermiques et de l'environnement physico-chimique sur la dégradation et l'activité antioxydante des flavonoïdes [Internet] [phdthesis]. Université de Lorraine; 2017 [cité 16 juin 2021]. Disponible sur: <https://hal.univ-lorraine.fr/tel-01758727>
94. Chin Y-W, Chai H-B, Keller WJ, Kinghorn AD. Lignans and other constituents of the fruits of *Euterpe oleracea* (Acai) with antioxidant and cytoprotective activities. *J Agric Food Chem.* 10 sept 2008;56(17):7759-64.
95. Kang J, Xie C, Li Z, Nagarajan S, Schauss AG, Wu T, et al. Flavonoids from acai (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp and their antioxidant and anti-inflammatory activities. *Food Chem.* 1 sept 2011;128(1):152-7.
96. Jensen JF, Kvist LP, Christensen SB. An antiplasmodial lignan from *Euterpe precatoria*. *J Nat Prod.* déc 2002;65(12):1915-7.
97. Hu J, Zhao J, Khan SI, Liu Q, Liu Y, Ali Z, et al. Antioxidant neolignan and phenolic glucosides from the fruit of *Euterpe oleracea*. *Fitoterapia.* déc 2014;99:178-83.
98. Kang J, Thakali KM, Xie C, Kondo M, Tong Y, Ou B, et al. Bioactivities of açai (*Euterpe precatoria* Mart.) fruit pulp, superior antioxidant and anti-inflammatory properties to *Euterpe oleracea* Mart. *Food Chem.* 1 août 2012;133(3):671-7.
99. Galotta ALQ de A, Boaventura MAD. Constituintes químicos da raiz e do talo da folha do açai (*Euterpe precatoria* Mart., Arecaceae). *Quím Nova.* août 2005;28:610-3.
100. Barbosa P, Souza M, Pala D, Freitas R. Açai (*Euterpe oleracea* Martius) as an antioxidant. In: *Pathology 1st Edition Oxidative Stress and Dietary Antioxidants*. Victor Preedy. 2020. p. 127-33.

101. Schauss A, Wu X, Prior R, Ou B, Huang D, Owens J, et al. Antioxidant Capacity and Other Bioactivities of the Freeze-Dried Amazonian Palm Berry, *Euterpe oleracea* Mart. (Acai). *J Agric Food Chem*. 1 déc 2006;54:8604-10.
102. Rezaire A. Activité anti-oxydante, et caractérisation phénolique du fruit de palmier amazonien *Oenocarpus bataua* (patawa) [Internet]. Université des Antilles et de la Guyane, École doctorale pluridisciplinaire : Santé, Environnement et Sociétés dans les Amériques; 2012 [cité 29 juin 2021]. Disponible sur: <https://www.semanticscholar.org/paper/Activit%C3%A9-anti-oxydante%2C-et-caract%C3%A9risation-du-fruit-Rezaire/0200a23cec5e941bd38dc5f50dfb2ec93bce7e44>
103. Canuto G, Xavier AA, Neves L, Benassi M. Physical and chemical characterization of fruit pulps from Amazonia and their correlation to free radical scavenger activity. *Rev Bras Frutic*. 1 déc 2010;32:1196-205.
104. Matheus ME, Mantovani ISB, Santos GB, Fernandes SBO, Menezes FS, Fernandes PD. Ação de extratos do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) sobre a produção de óxido nítrico em células RAW 264.7. *Rev Bras Farmacogn*. 2003;13:3-5.
105. Matheus ME, de Oliveira Fernandes SB, Silveira CS, Rodrigues VP, de Sousa Menezes F, Fernandes PD. Inhibitory effects of *Euterpe oleracea* Mart. on nitric oxide production and iNOS expression. *J Ethnopharmacol*. 19 sept 2006;107(2):291-6.
106. Poulouse SM, Fisher DR, Larson J, Bielinski DF, Rimando AM, Carey AN, et al. Anthocyanin-rich açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) fruit pulp fractions attenuate inflammatory stress signaling in mouse brain BV-2 microglial cells. *J Agric Food Chem*. 1 févr 2012;60(4):1084-93.
107. Jensen GS, Wu X, Patterson KM, Barnes J, Carter SG, Scherwitz L, et al. In vitro and in vivo antioxidant and anti-inflammatory capacities of an antioxidant-rich fruit and berry juice blend. Results of a pilot and randomized, double-blinded, placebo-controlled, crossover study. *J Agric Food Chem*. 24 sept 2008;56(18):8326-33.
108. Barbosa PO, Pala D, Silva CT, de Souza MO, do Amaral JF, Vieira RAL, et al. Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp dietary intake improves cellular antioxidant enzymes and biomarkers of serum in healthy women. *Nutr Burbank Los Angel Cty Calif*. juin 2016;32(6):674-80.
109. Avila-Sosa R, Montero-Rodríguez A, Aguilar-Alonso P, Vera-López O, Hernández M, Morales Medina JC, et al. Antioxidant Properties of Amazonian Fruits: A Mini Review of In Vivo and In Vitro Studies. *Oxid Med Cell Longev* [Internet]. 17 févr 2019;2019. Disponible sur: [https://www.researchgate.net/publication/331166162\\_Antioxidant\\_Properties\\_of\\_Amazonian\\_Fruits\\_A\\_Mini\\_Review\\_of\\_In\\_Vivo\\_and\\_In\\_Vitro\\_Studies](https://www.researchgate.net/publication/331166162_Antioxidant_Properties_of_Amazonian_Fruits_A_Mini_Review_of_In_Vivo_and_In_Vitro_Studies)
110. Xie C, Kang J, Li Z, Schauss AG, Badger TM, Nagarajan S, et al. The açaí flavonoid velutin is a potent anti-inflammatory agent: blockade of LPS-mediated TNF- $\alpha$  and IL-6 production through inhibiting NF- $\kappa$ B activation and MAPK pathway. *J Nutr Biochem*. sept 2012;23(9):1184-91.
111. Rocha APM, Carvalho LCRM, Sousa M a. V, Madeira SVF, Sousa PJC, Tano T, et al. Endothelium-dependent vasodilator effect of *Euterpe oleracea* Mart. (Açaí) extracts in mesenteric vascular bed of the rat. *Vascul Pharmacol*. févr 2007;46(2):97-104.
112. Xie C, Kang J, Burris R, Ferguson ME, Schauss AG, Nagarajan S, et al. Açaí juice attenuates atherosclerosis in ApoE deficient mice through antioxidant and anti-inflammatory activities. *Atherosclerosis*. juin 2011;216(2):327-33.

113. Feio CA, Izar MC, Ihara SS, Kasma SH, Martins CM, Feio MN, et al. Euterpe oleracea (açai) modifies sterol metabolism and attenuates experimentally-induced atherosclerosis. *J Atheroscler Thromb*. 2012;19(3):237-45.
114. de Souza MO, Souza E Silva L, de Brito Magalhães CL, de Figueiredo BB, Costa DC, Silva ME, et al. The hypocholesterolemic activity of açai (Euterpe oleracea Mart.) is mediated by the enhanced expression of the ATP-binding cassette, subfamily G transporters 5 and 8 and low-density lipoprotein receptor genes in the rat. *Nutr Res N Y N*. déc 2012;32(12):976-84.
115. Pala D, Barbosa PO, Silva CT, de Souza MO, Freitas FR, Volp ACP, et al. Açai (Euterpe oleracea Mart.) dietary intake affects plasma lipids, apolipoproteins, cholesteryl ester transfer to high-density lipoprotein and redox metabolism: A prospective study in women. *Clin Nutr Edinb Scotl*. avr 2018;37(2):618-23.
116. Del Pozo-Insfran D, Percival SS, Talcott ST. Açai (Euterpe oleracea Mart.) polyphenolics in their glycoside and aglycone forms induce apoptosis of HL-60 leukemia cells. *J Agric Food Chem*. 22 févr 2006;54(4):1222-9.
117. Pacheco-Palencia L, Talcott S, Safe S, Mertens-Talcott S. Absorption and Biological Activity of Phytochemical-Rich Extracts from Açai (Euterpe oleracea Mart.) Pulp and Oil in Vitro. *J Agric Food Chem*. 1 juin 2008;56:3593-600.
118. Pacheco-Palencia LA, Mertens-Talcott SU, Talcott ST. In vitro absorption and antiproliferative activities of monomeric and polymeric anthocyanin fractions from açai fruit (Euterpe oleracea Mart.). *Food Chem*. 1 avr 2010;119(3):1071-8.
119. Dias MM dos S, Noratto G, Martino HSD, Arbizu S, Peluzio M do CG, Talcott S, et al. Pro-apoptotic activities of polyphenolics from açai (Euterpe oleracea Martius) in human SW-480 colon cancer cells. *Nutr Cancer*. 2014;66(8):1394-405.
120. Fragoso MF, Romualdo GR, Ribeiro DA, Barbisan LF. Açai (Euterpe oleracea Mart.) feeding attenuates dimethylhydrazine-induced rat colon carcinogenesis. *Food Chem Toxicol*. 1 août 2013;58:68-76.
121. Romualdo GR, Fragoso MF, Borguini RG, de Araújo Santiago MCP, Fernandes AAH, Barbisan LF. Protective effects of spray-dried açai (Euterpe oleracea Mart) fruit pulp against initiation step of colon carcinogenesis. *Food Res Int*. 1 nov 2015;77:432-40.
122. Hogan S, Chung H, Zhang L, Li J, Lee Y, Dai Y, et al. Antiproliferative and antioxidant properties of anthocyanin-rich extract from açai. *Food Chem*. 15 janv 2010;118(2):208-14.
123. Silva DF, Vidal FCB, Santos D, Costa MCP, Morgado-Díaz JA, do Desterro Soares Brandão Nascimento M, et al. Cytotoxic effects of Euterpe oleracea Mart. in malignant cell lines. *BMC Complement Altern Med*. 29 mai 2014;14:175.
124. Alessandra-Perini J, Perini JA, Rodrigues-Baptista KC, de Moura RS, Junior AP, Dos Santos TA, et al. Euterpe oleracea extract inhibits tumorigenesis effect of the chemical carcinogen DMBA in breast experimental cancer. *BMC Complement Altern Med*. 2 avr 2018;18(1):116.
125. Dias-Souza MV, Dos Santos RM, Cerávolo IP, Cosenza G, Ferreira Marçal PH, Figueiredo FJB. Euterpe oleracea pulp extract: Chemical analyses, antibiofilm activity against *Staphylococcus aureus*, cytotoxicity and interference on the activity of antimicrobial drugs. *Microb Pathog*. janv 2018;114:29-35.

126. Da Silva BJM, Souza-Monteiro JR, Rogez H, Crespo-López ME, Do Nascimento JLM, Silva EO. Selective effects of *Euterpe oleracea* (açai) on *Leishmania* (*Leishmania*) *amazonensis* and *Leishmania infantum*. *Biomed Pharmacother Biomedecine Pharmacother*. janv 2018;97:1613-21.
127. Moura RS de, Ferreira TS, Lopes AA, Pires KMP, Nesi RT, Resende AC, et al. Effects of *Euterpe oleracea* Mart. (AÇAÍ) extract in acute lung inflammation induced by cigarette smoke in the mouse. *Phytomedicine Int J Phytother Phytopharm*. 15 févr 2012;19(3-4):262-9.
128. Costa AGV, Garcia-Diaz DF, Jimenez P, Silva PI. Bioactive compounds and health benefits of exotic tropical red–black berries. *J Funct Foods*. 1 avr 2013;5(2):539-49.
129. Machado DE, Rodrigues-Baptista KC, Alessandra-Perini J, Soares de Moura R, Santos TAD, Pereira KG, et al. *Euterpe oleracea* Extract (Açaí) Is a Promising Novel Pharmacological Therapeutic Treatment for Experimental Endometriosis. *PLoS One*. 2016;11(11):e0166059.

## Glossaire :

Abaxiale : correspond à la face inférieure d'une feuille

Abscission : processus physiologique naturel de la chute d'un organe d'une plante

Acervulus : inflorescence formant une rangée de plusieurs fleurs sessiles mâles et d'une ou deux fleurs femelles basales

Actinomorphe : qualifie une fleur à symétrie radiale, avec plusieurs plans de symétrie

Acuminée : qualifie l'extrémité d'une feuille se terminant en pointe

Adaxiale : correspond à la face supérieure d'une feuille

Aérenchyme : tissu végétal lacuneux et spongieux permettant la circulation de l'air

Albumen : tissu de réserves nutritives d'une graine, destiné à être consommé par l'embryon

Allogamie : mode de reproduction par fécondation croisée entre deux individus distincts

Androcée : ensemble des étamines d'une fleur

Anémogamie : phénomène de pollinisation vectorisée par le vent

Anthère : partie terminale de l'étamine qui contient les grains de pollen

Anthèse : période de la floraison pendant laquelle les fleurs sont ouvertes et fonctionnelles

Aperture : ouverture dans la paroi d'un grain de pollen

Apical : relatif au sommet ou à l'apex d'un organe ou d'une plante entière

Arête : longue pointe étroite et rigide

Aristée : qualifie l'extrémité d'une feuille se terminant par une arête fine et droite

Aubier : partie d'un arbre qui se forme chaque année entre le bois dur et l'écorce

Autogamie : mode de reproduction par autopolinisation des fleurs d'un individu

Baie : fruit entièrement charnu contenant une ou plusieurs graines dispersées dans la chair

Basitone : qualifie des ramifications proches de la surface du sol

Bifide : qualifie une structure divisée en deux parties formant entre elles un angle aigu

Bourgeons axillaires : bourgeons situés à l'aisselle des feuilles, à partir desquels se développent les inflorescences

Bourgeon terminal : méristème terminal situé au sommet du palmier qui assure la production du stipe et des nouvelles feuilles

Bractée : pièce florale en forme de feuille modifiée, située à l'aisselle du pédoncule

Caduque : qualifie une feuille qui tombe, à l'opposé de persistant

Calice : ensemble des sépales d'un fleur

Cambium : zone située sous l'écorce des plantes supérieures qui assure la croissance des axes en épaisseur

Carpelle : constituant de l'appareil reproducteur femelle des fleurs, constitué d'un ovaire, d'un style et d'un stigmate

Cespiteux : qualifie une plante dont le mode de croissance forme une touffe

Corolle : ensemble des pétales d'une fleurs

Cortex : partie anatomique d'un organe située en périphérie

Costapalmée : qualifie une feuille de forme intermédiaire entre plamée et pennée, formant un éventail suivant un rachis central

Cotylédons : premières feuilles embryonnaires apparaissant lors de la germination de la graine

Crustacé : qualifie une enveloppe rigide, ferme et épaisse

Cutinisé : qui a subi la transformation aboutissant à la formation de cutine

Déhiscence : processus d'ouverture d'une structure végétale close

Dichogamie : décalage temporel entre la maturation des fleurs mâles et femelle

Distale : qualifie une position éloignée de la base d'un individu ou d'un organe

Dorsiventral : qualifie une symétrie qui implique une hétérogénéité de structure entre les faces ventrale et dorsale

Drupe : fruit charnu contenant une graine et caractérisé par son endocarpe induré

Ecailles : petites structures recouvrant certaines parties des végétaux

Effilé : qualifie l'extrémité d'une pièce foliaire pour son aspect long et fin

Endocarpe : partie la plus interne du péricarpe

Endoderme : partie la plus interne du cortex des racines

Endosperme : tissu végétal de réserves nutritives situé dans la graine

Entre-nœud : espace compris entre deux nœuds successifs sur une tige

Eophylle : premières feuilles embryonnaires apparaissant lors de la germination de la graine

Epicarpe : partie la plus externe du péricarpe

Epicotylé : portion de la tige située au-dessus des cotylédons dans la plantule en germination et qui donnera ensuite presque toute la partie aérienne de la plante

Epiderme loculaire : tissu de revêtement des loges des carpelles

Espace aérifère : tissu végétal constitué d'espaces gazeux permettant de faire circuler l'air

Etamine : organe reproducteur mâle des plantes à fleurs, constitué du filet et des anthères

Etoilé : qualifie les poils dont les segments sont ramifiés en rayons, comme les branches d'une étoile

Fimbrié : qualifie un organe à bords découpés finement en minces lanières, formant une frange

Fleur pistillée : qualifie une fleur possédant un pistil

Fleur staminée : qualifie une fleur possédant des étamines

Foliole : division constituant les parties du limbe d'une feuille composée

Gaine foliaire : pièce foliaire correspondant à la partie proximale d'une feuille qui entoure la tige

Géitonogamie : mode de reproduction par pollinisation entre différentes fleurs d'un même individu

Géotropisme négatif : orientation du sens de la croissance vers le haut

Géotropisme positif : orientation du sens de la croissance vers le bas

Gynécée : appareil reproducteur femelle des fleurs, constitué du pistil

Houppier : ensemble des ramifications hautes d'un arbre

Hydromorphe : propriété d'un sol inondable, régulièrement gorgé d'eau

Indupliquée : pliée dans le sens de la longueur avec les bords orientés vers le haut

Inermes : dépourvu d'épines ou d'aiguillons

Inflorescence : disposition de l'ensemble des fleurs d'un individu, regroupées de façon particulière

Infrutescence : disposition de l'ensemble des fruits d'un individu, résultant du développement d'une inflorescence

Juvenile : organisme vivant qui n'a pas encore atteint sa taille adulte ou sa maturité sexuelle

Lance : nouvelle feuille d'un palmier dont les pennes ne sont pas encore déployées et sont plaquées contre le rachis, formant ainsi une longue tige

Lenticelle : petit orifice situé sur l'écorce et les racines des arbres qui leur permet d'effectuer des échanges gazeux avec le milieu extérieur

Lignifié : qualifie un tissu dont la paroi secondaire des cellules est imprégnée de lignine

Ligule : projection distale de la gaine foliaire, situé au sommet de celle-ci et en face du pétiole, petite languette ou rangée de poils s'insérant contre la tige et située à la jonction entre le limbe et la gaine de la feuille

Limbe : partie en général aplatie et élargie de la feuille

Méristème : tissu végétal indifférencié dont les cellules se divisent activement, permettant ainsi la croissance de la plante

Mésocarpe : partie médiane du péricarpe

Monoécie : caractérise une plante dite monoïque dont l'inflorescence porte à la fois des fleurs mâles et des fleurs femelles mais séparément sur une même tige

Monoïque : qualifie une plante possédant à la fois des fleurs mâles et des fleurs femelles

Monophylétique : qualifie un ensemble d'unités taxonomiques ayant un seul ancêtre commun

Monosulqué : qualifie un type de pollen qui ne possède qu'une seule ouverture

Multicaule : qualifie une plante formée de nombreuses tiges

Nectaire : glande florale qui secrète le nectar

Nectar : sécrétion sucrée de certains végétaux, généralement attractive pour les insectes

Nervure : structure conductrice de sève située dans le limbe des feuilles

Nœud : point d'insertion d'une feuille sur le stipe

Ochréa : structure résultant de la fusion des stipules et entourant, comme une gaine, la tige à la base du pétiole



Oligandrie : qualifie une fleur dont le nombre d'étamines varie entre quelques unités et des dizaines

Palmes : nom des grandes feuilles caractéristiques des palmiers ou Arecaceae

Palmée : qualifie une feuille composée d'éléments divergeant à partir d'une base commune

Panicule : inflorescence composée, formée d'une grappe à axes latéraux ramifiés de manière indéfinie

Papyracé : ayant l'apparence du papier

Paraphylétique : qualifie une lignée ne regroupant qu'une partie seulement des descendants d'un ancêtre commun

Parenchyme : tissu végétal non spécialisé, qualifié de tissu de remplissage, qualifié de médullaire au centre et de cortical dans la partie externe des organes.

Paripennée : qualifie un organe, en général une feuille, divisé en un nombre pair de folioles

Pédicelle : pédoncule floral dans une inflorescence

Pédoncule : pièce florale en forme de tige qui relie la fleur ou l'inflorescence à l'axe principal d'une plante

Pennes : nom des folioles ou division de premier ordre des feuilles de palmiers

Pennée : qualifie une feuille dont les divisions ou les folioles sont disposées comme les barbes d'une plume

Périanthe : ensemble des pièces stériles de la fleur, c'est-à-dire le calice et la corolle

Péricarpe : partie du fruit qui enveloppe la graine, composé de l'épicarpe, du mésocarpe et de l'endocarpe

Péricycle : couche cellulaire la plus externe du cylindre central des racines, entouré de l'endoderme

Pétiole : pièce foliaire qui relie le limbe à la tige qui porte la feuille

Phase juvénile : période la vie d'un arbre qui précède sa phase adulte

Phloème : tissu vasculaire assurant la conduction de la sève élaborée

Pinnules : nom des folioles ou division de premier ordre des feuilles de palmiers

Pistil : appareil reproducteur femelle des fleurs aussi appelé gynécée

Pistillode : : pistil rudimentaire non fertile dans une fleur unisexuée à fonction mâle

Plantule : plante embryonnaire, ou stade de la germination où les cotylédons sont encore fonctionnels

Pneumatophore : racine aérienne spécialisée dans la fonction respiratoire

Pneumatorhize : minuscule organe conique spécialisé dans la respiration

Prophyllé : nom de la première bractée du pédoncule de l'inflorescence

Protandre : qualifie une plante dans laquelle l'androcée est mature avant le gynécée, de manière à éviter l'autopollinisation

Proximale : qualifie une position proche de la base d'un individu ou d'un organe

Pseudomonomère : gynécée ne portant qu'un seul carpelle fertile parmi plusieurs carpelles stériles

Rachille : ramifications secondaires des inflorescences sur lesquelles se développent les fruits

Rachis : axe principal supportant de part et d'autre des organes entiers, fleurs, folioles, pennes

Rachis foliaire : rachis des feuilles

Radicelle : ramification très fine des racines

Rédupliée : pliée dans le sens de la longueur avec les bords orientés vers le bas

Ruminé : qualifie un endosperme muni de stries foncées dues au gonflement de l'enveloppe de la graine

Rhizoderme : tissu superficiel primaire des racines d'une plante, ou épiderme racinaire

Sclérenchyme : tissu de soutien qui compose les organes végétaux qui ont terminé leur croissance

Scléride : type de cellule morte à paroi cellulaire épaisse et lignifiée

Sclérifié : qualifie un tissu ou une cellule ayant subi un durcissement

Sénescence : processus physiologique qui entraîne une dégradation lente des fonctions de la cellule ou de l'organe

Sessile : qualifie un organe ou une structure dépourvue de pédoncule, de pédicelle ou de pétiole

Spathe : nom de la deuxième bractée du pédoncule de l'inflorescence

Spicée : qualifie une inflorescence non ramifiée, en forme d'épis (spiciforme)

Staminode : étamine rudimentaire non fertile dans une fleur unisexuée à fonction femelle

Stigmate : extrémité du style des carpelles destinée à la réception du pollen

Stipe : formation résultant de l'accumulation des bases foliaires formant le "tronc" des Palmiers

Style : partie mince et allongé des carpelles reliant l'ovaire au stigmate

Subérisé : qualifie un tissu imprégné de subérine

Synapomorphie : caractère dérivé partagé par deux ou plusieurs taxons

Tégument : tissu protecteur simple ou double de l'ovule puis de la graine

Triade : grappes de deux fleurs mâles latérales et une fleur femelle centrale

Trichomes : ensemble des petits poils d'une plante

Trichotomosulqué : qualifie un grain de pollen ne possédant qu'une seule ouverture où trois sillons se rejoignent pour former une structure en forme de Y

Trifide : qualifie un organe qui se divise en 3 parties distales libres mais connectées à leurs bases

Trilobé : qualifie un organe possédant 3 lobes

Triloculaire : qualifie un gynécée à trois loges

Tubulaire : qui a la forme d'un tube

Uniaperturé : qualifie un grain de pollen ne possédant qu'une seule ouverture ou aperture

Uniovulé : qualifie un gynécée ou un carpelle ne contenant qu'un seul ovule

Verticille : ensemble d'organes de même nature insérés en cercle et à un même niveau

Xénogamie : allogamie par transfert de pollen entre deux individus distincts

Xylème : tissu conducteur lignifié assurant la conduction de la sève brute

FACULTE DE PHARMACIE

UNIVERSITE DE LORRAINE





FACULTE DE PHARMACIE

19 AOUT 2021

DEMANDE D'IMPRIMATUR

ARRIVEE

Date de soutenance : jeudi 9 septembre 2021

<p><b>DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE</b></p> <p>présenté par : M. Clément HABRAN</p> <p><u>Sujet</u> : Usages traditionnels des baies d'acaï, études phytochimiques et pharmacologiques</p> <p><u>Jury</u> :</p> <p>Président : Mme Dominique LAURAIN-MATTAR, Professeur des Universités</p> <p>Juges : Mme Rosella SPINA, Maître de Conférences Mme Pauline RIZZI, Pharmacien M. Pierre MANGIN, Pharmacien</p>	<p>Vu, Nancy, le 13/07/2021</p> <p></p> <p>Le Président du Jury      Directeur de Thèse</p> <p>Mme Dominique LAURAIN-MATTAR Professeur des Universités</p>
<p>Vu et approuvé, Nancy, le 15.07.2021</p> <p>Doyen de la Faculté de Pharmacie de l'Université de Lorraine,</p> <p> Pr. Raphaël DUVAL</p>	<p>Vu, Nancy, le 20.07.2021</p> <p>Le Président de l'Université de Lorraine,</p> <p>  Pierre MUTZENHARDT</p> <p>N° d'enregistrement : 11824c</p>

N° d'identification :

**TITRE**

**Usages traditionnels des baies d'açai, études phytochimiques  
et pharmacologiques**

Thèse soutenue le jeudi 9 septembre 2021

Par Clément HABRAN

**RESUME :**

Les baies d'açai sont les fruits des palmiers *Euterpe oleraceae* et *Euterpe precatoria*, tous deux originaires d'Amérique Centrale et d'Amérique du Sud. Ces deux espèces du genre *Euterpe* font partie des nombreuses espèces de palmiers provenant du bassin amazonien, et la distinction entre les deux se fait par leur mode de croissance, *E. oleraceae* poussant en touffe de plusieurs tiges (4 à 9 en moyenne) tandis que *E. precatoria* ne possède qu'un axe solitaire, quelquefois plusieurs axes regroupés.

Depuis quelques années ces fruits sont présentés comme des "super fruits" pour leurs vertus antioxydante, anti-inflammatoire, et cardioprotectrice. En raison de leur réputation croissante, la demande de baies d'açai s'accroît dans le monde entier depuis le milieu des années 1990.

Nous allons voir que de nombreuses études se sont intéressées à la composition phytochimique des baies d'açai, riches en anthocyanes et en flavonoïdes, ainsi qu'à leurs potentiels effets pharmacologiques.

**MOTS CLES :** baies d'açai, *Euterpe oleraceae*, *Euterpe precatoria*, pouvoir anti-oxydant, polyphénols, palmiers amazoniens

Directeur de thèse	Intitulé du laboratoire	Nature
Dominique LAURAIN-MATTAR	Pharmacognosie	Expérimentale <input type="checkbox"/> Bibliographique <input checked="" type="checkbox"/> Thème 4

**Thèmes**

1— Sciences fondamentales  
3— Médicament  
5— Biologie

2— Hygiène/Environnement  
4 – Alimentation – Nutrition  
6— Pratique professionnelle