



HAL
open science

Utilisations ethnobotaniques des amaranthes des Mascareignes

Estelle Prigent

► **To cite this version:**

Estelle Prigent. Utilisations ethnobotaniques des amaranthes des Mascareignes. Sciences du Vivant [q-bio]. 2019. dumas-02893448

HAL Id: dumas-02893448

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02893448>

Submitted on 6 May 2021

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

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

THÈSE D'EXERCICE / UNIVERSITÉ DE RENNES 1
sous le sceau de l'Université Bretagne Loire

Thèse en vue du
DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

présentée par
Estelle Prigent

**Utilisations
ethnobotaniques des
amaranthes des
Mascareignes**

**Thèse soutenue à Rennes
le 23 octobre 2019**

devant le jury composé de :

Isabelle MOREL

Professeur des universités, praticien hospitalier –
Université de Rennes 1, CHU Pontchaillou /
Présidente du jury

David DELMAIL

Maître de conférence – Université de Rennes 1 /
Directeur de thèse

Laurence FERRAGUTI

Docteur en pharmacie – Pharmacie des Lices à
Rennes / *Examineur*

ANNÉE 2018-2019

Listes des enseignants-chercheurs de la Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques :

PROFESSEURS		Pharmacien	HDR	Hospitalo-U
BOUSTIE	Joël	X	HDR	
DONNIO	Pierre Yves	X	HDR	X
FAILI	Ahmad		HDR	
FARDEL	Olivier	X	HDR	X
FELDEN	Brice	X	HDR	
GAMBAROTA	Giulio		HDR	
GOUGEON	Anne	X	HDR	
LAGENTE	Vincent	X	HDR	
LE CORRE	Pascal	X	HDR	X
LORANT(BOICHOT)	Elisabeth		HDR	
MOREL	Isabelle	X	HDR	X
SERGENT	Odile	X	HDR	
SPARFEL-BERLIVET	Lydie	X	HDR	
TOMASI	Sophie	X	HDR	
URIAC	Philippe	X	HDR	
VAN DE WEGHE	Pierre		HDR	
VERNHET	Laurent	X	HDR	

PROFESSEURS ASSOCIES		Pharmacien	HDR	Hospitalo-U
BUREAU	Loïc	X		
DAVOUST	Noëlle	X		

PROFESSEURS EMERITES		Pharmacien	HDR	Hospitalo-U
CILLARD	Josiane	X	HDR	
GUILLOUZO	André		HDR	

MAITRES DE CONFERENCES		Pharmacien	HDR	Hospitalo-U
ABASQ-PAOFAI	Marie-Laurence			
ANINAT	Caroline	X	HDR	
AUGAGNEUR	Yoann			
BEGRICHE	Karima			
BOUSARGHIN	Latifa		HDR	
BRANDHONNEUR	Nolwenn			
BRUYERE	Arnaud	X		
BUNETEL	Laurence	X		
CHOLLET-KRUGLER	Marylène	X		
COLLIN	Xavier	X		
CORBEL	Jean-Charles	X	HDR	
DELALANDE	Olivier			
DELMAIL	David		HDR	
DION	Sarah	X		
DOLLO	Gilles	X	HDR	X
GICQUEL	Thomas	X		X
GILOT	David		HDR	
GOUAULT	Nicolas		HDR	
HITTI	Eric			
JEAN	Mickaël	X		
JOANNES	Audrey			
LECUREUR	Valérie		HDR	
LE FERREC	Eric	X		
LE GALL-DAVID	Sandrine			
LE PABIC	Hélène			
LEGOUIN-GARGADENNEC	Béatrice			
LOHEZIC-LE DEVEHAT	Françoise	X		
MARTIN-CHOULY	Corinne		HDR	
NOURY	Fanny			
PINEL-MARIE	Marie-Laure			
PODECHARD	Normand			
POTIN	Sophie	X		X
RENAULT	Jacques	X	HDR	
ROUILLON	Astrid			

ASSISTANT HOSPITALO-UNIVERSITAIRE (AHU)		Pharmacien	HDR	Hospitalo-U
BACLE	Astrid	X		X
BOUVRY	Christelle	X		X

ATER		Pharmacien	HDR	Hospitalo-U
CHEDIK	Lisa	X		

LRU		Pharmacien	HDR	Hospitalo-U
AFONSO	Damien			
VICTONI	Tatiana	X		

REMERCIEMENTS

Mes remerciements vont à :

- M. Delmail qui a toujours pris le temps de répondre avec gentillesse à mes questions,
- Mme. Morel pour avoir accepté de présider le jury,
- M. Batista pour ses conseils et sa réactivité concernant le volet administratif de l'ouvrage,
- Laurence Ferraguti avec qui j'ai étudié et qui me fait aujourd'hui l'honneur de faire partie de mon jury,
- Xavier Gautier, mon conjoint, qui m'a supportée et aidée lors de mes déboires de mise en page et d'impression,
- Aurélie Montaudoin, mon binôme pendant toutes les années d'études, dont je n'oublierai jamais le précieux soutien dans toutes les situations, et sans qui je n'aurais pas été là aujourd'hui,
- tous les officinaux qui m'ont donné une image positive de ce métier, et tout particulièrement mon premier employeur, Mme. Toupin, qui a toujours su garder le sourire en toute circonstance,
- sans oublier l'État français dont le système social m'a permis d'étudier.

SERMENT DE GALIEN

En présence des maîtres de la faculté, des conseillers de l'Ordre des pharmaciens et de mes condisciples, je jure :

- ◆ D'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement ;
- ◆ 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 l'honneur, de la probité et du désintéressement ;
- ◆ De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine.

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

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

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRES

1	Introduction.....	13
2	Présentation des Mascareignes.....	15
2.1	Localisation.....	15
2.2	Topographie.....	15
2.3	Climat.....	19
2.4	Peuplement et métissages.....	21
3	Description botanique d' <i>A. viridis</i> et d' <i>A. spinosus</i>	23
3.1	Classification et présentation générale des amarantes.....	23
3.2	<i>A. viridis</i> et <i>A. spinosus</i> : point communs.....	24
3.3	<i>A. viridis</i> et <i>A. spinosus</i> : différences.....	26
3.4	Planches et photographies.....	27
3.5	Cartes de répartition d' <i>A. viridis</i> et d' <i>A. spinosus</i>	32
4	Agronomie.....	34
4.1	Dissémination.....	34
4.2	Conditions requises pour la culture.....	34
4.3	Photosynthèse en C4.....	35
4.4	Allélopathie : inhibiteur de croissance.....	37
4.5	Ennemis naturels.....	38
4.6	Résistance au glyphosate.....	38
4.7	Hôte pour les « nuisibles ».....	39
5	Composition phytochimique et nutriments.....	40
5.1	Taux d'humidité.....	40
5.2	Antioxydants.....	40
5.2.1	Acides phénoliques et flavonoïdes.....	40
5.2.1.1	Acides phénoliques.....	40
5.2.1.2	Flavonoïdes.....	42
5.2.1.3	Résultats de chromatographies en phase liquide de l'extrait méthanolique de graines d' <i>A. spinosus</i> et de l'extrait méthanolique de feuilles d' <i>A.</i> <i>viridis</i> , révélant la présence de divers flavonoïdes et acides phénoliques.....	43
5.2.1.4	Comparaison des teneurs en composés phénoliques et flavonoïdes totaux retrouvées dans différentes publications.....	44
5.2.2	Bétalaïnes.....	44

5.2.3	Caroténoïdes.....	45
5.2.4	Vitamine C.....	46
5.3	Micronutriments (autres que la vitamine C).....	47
5.4	Protéines.....	50
5.5	Lipides.....	50
5.6	Autres composants.....	51
6	Ethnobotanique.....	52
6.1	Dans les Mascareignes.....	52
6.2	En Afrique.....	53
6.2.1	En Côte d'Ivoire.....	53
6.2.2	Au Nigeria.....	55
6.2.3	Au Burkina Faso.....	55
6.3	Dans le sous-continent indien.....	55
6.3.1	Au Pakistan.....	55
6.3.2	En Inde.....	57
6.3.3	Au Népal.....	57
6.4	En Asie.....	57
6.4.1	En Chine et à Taiwan.....	57
6.4.2	En Malaisie.....	57
6.4.3	En Thaïlande.....	58
6.4.4	Aux Philippines.....	58
6.5	Traitement des morsures de serpent et piqûres de scorpion.....	58
6.5.1	Au Bangladesh.....	58
6.5.2	En Inde.....	59
6.5.3	En Arabie Saoudite.....	60
7	Propriétés thérapeutiques.....	61
7.1	Anti-cancérogène.....	61
7.1.1	Génotoxicité et/ou stimulation de l'apoptose.....	61
7.1.2	Anti-génotoxicité.....	65
7.2	Antidépresseur.....	66
7.3	Anxiolytique.....	68
7.4	Antipaludique.....	68
7.5	Anti-nociceptif et antipyrétique.....	70
7.6	Antihyperlipidémique.....	70
7.7	Antidiabétique.....	74
7.8	Cardioprotecteur.....	76
7.9	Modulateur intestinal et bronchodilatateur.....	78

7.9.1	Effet laxatif.....	78
7.9.2	Effet relaxant sur le muscle lisse digestif : détermination de l'effet antagoniste calcique.....	79
7.9.3	Effet bronchodilatateur.....	80
7.9.4	Effet sur l'atrium de cochon d'Inde.....	81
7.9.5	Effet sur le jéjunum de lapin.....	82
7.10	Diurétique.....	82
7.11	Hépatoprotecteur.....	84
7.12	Galactogène.....	87
7.13	Immunostimulant.....	88
7.14	Antimicrobien.....	88
7.15	Anti-helminthique.....	90
8	Conclusion.....	92

ILLUSTRATIONS

Figure 1.	Carte des Mascareignes.....	15
Figure 2.	Le Piton de la Fournaise en éruption le 31 mai 2015.....	16
Figure 3.	Le Piton de la Fournaise, cratère Dolomieu.....	16
Figure 4.	Rodrigues et son lagon.....	17
Figure 5.	Maurice, plus montagneuse que Rodrigues, et son lagon.....	18
Figure 6.	La Réunion, vue sur le cirque de Cilaos entouré de montagnes.....	18
Figure 7.	La Réunion, vue sur le cirque de Mafate, entouré de montagnes, et accessible uniquement à pied ou en hélicoptère.....	19
Figure 8.	Carte schématique de la côte au vent et de la côte sous le vent de l'île de la Réunion.....	20
Figure 9.	Végétation tropicale humide dans la moitié est de la Réunion, forêt de Bélouve.....	20
Figure 10.	Végétation sèche, savane, dans la moitié ouest de la Réunion, dans sa partie où les précipitations sont les plus faibles (vers Trois Bassins).....	21
Figure 11.	Planche botanique d' <i>Amaranthus viridis</i> d'après le CIRAD.....	27
Figure 12.	Planche botanique d' <i>Amaranthus spinosus</i> d'après le CIRAD.....	28
Figure 13.	Amaranthe photographiée dans une zone de savane où pâture régulièrement du bétail (bœuf moka) à l'Ermitage Les Bains, Réunion.....	29

Figure 14. Amaranthe photographiée sur une pelouse irriguée quotidiennement à un endroit où un chien a l'habitude de faire ses besoins à l'Ermitage Les Bains, Réunion.....	30
Figure 15a. Amaranthe photographiée sur un parking à l'Ermitage Les Bains, Réunion ; pas d'irrigation, mais il semble que des animaux y avaient fait leurs besoins.....	30
Figure 15b. Même plant, feuilles de plus près.....	31
Figure 15c. Même plant, feuilles vues du dessous.....	31
Figure 16. Répartition des amaranches étudiées sur les territoires français à travers le monde.....	32
Figure 17. Répartition mondiale des amaranches étudiées.....	33
Figure 18. Squelette des flavonoïdes appartenant à la classe des flavonols.....	42
Figure 19. Profil HPLC des acides phénoliques (l = 280 nm) de l'extrait de graine d' <i>A. spinosus</i>	43
Figure 20. Profil HPLC des flavonoïdes (l = 360 nm) de l'extrait de graine d' <i>A. spinosus</i>	43
Figure 21. Chromatogramme en phase liquide à ultra haute pression à 354 nm, plage 190–400 nm de l'extrait méthanolique de feuilles d' <i>A. Viridis</i>	44
Figure 22. Structure de la bétanine et de l'amaranthine.....	45
Figure 23. Structure d'un acide gras isolé de <i>A. spinosus</i>	62
Figure 24. Effets cytotoxiques in vitro de l'acide gras purifié d' <i>A. spinosus</i> , de l'acide linoléique et de la doxorubicine dans des cellules HepG2.....	62
Figure 25. Effet d'un extrait aqueux d' <i>A. spinosus</i> sur la morphologie de surface d'érythrocytes humains.....	63
Figure 26. Apoptose induisant des aberrations cytogénétiques provoquée par l'extrait aqueux d' <i>A. spinosus</i> sur des cellules méristématiques racinaires d' <i>Allium cepa</i>	64
Figure 27. La voie du mévalonate.....	71
Figure 28. Photographies représentatives de l'aorte de lapins de 5 groupes colorée à l'hématoxyline et à l'éosine.....	73
Figure 29. Effets de l'extrait méthanolique de graine d' <i>A. spinosus</i> (EMAS) sur l'histologie hépatique chez le rat intoxiqué par la DLM.....	85
Figure 30. Histopathologie des tissus du foie.....	86

TABLEAUX

Tableau 1. Caractéristiques physiques permettant de différencier <i>Amaranthus viridis</i> et <i>Amaranthus spinosus</i>	26
Tableau 2. Les acides hydroxybenzoïques.....	41
Tableau 3. Les acides hydroxycinnamiques.....	41

ANNEXES

Annexe 1. Tableau comparant la teneur en composés phénoliques et flavonoïdes totaux retrouvés dans différentes publications.....	107
Annexe 2. Tableau comparant la teneur en minéraux retrouvés dans différentes publications.....	108

TABLE DES ABRÉVIATIONS

Ach : Acétylcholine

ADN : Acide DésoxyriboNucléique

ALA : *Alpha-Linolenic Acid* (acide alpha-linolénique)

ALAT : ALanine AminoTransférase

ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

ASAT : Aspartate AminoTransférase

AVC : Accident Vasculaire Cérébral

BLSE : Bêta-Lactamase à Spectre Élargi

CAM : *Crassulacean Acid Metabolism* (métabolisme acide crassulacéen)

cAMP : Adénosine MonoPhosphate cyclique

CCB : *Calcium Channel Blocker* (bloqueur de canal calcique)

Cch : Carbachol

CGSS : Caisse Générale de Sécurité Sociale

CIRAD : Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

CPK : Créatine PhosphoKinase

CRP : *C-Reactive Protein* (Protéine C-Réactive)

DLM : DeLtaMéthrine

DMLA : Dégénérescence Maculaire Liée à l'Âge

DNID : Diabète Non Insulino Dépendant

DOM : Département d'Outre-Mer

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle

EAG : Équivalent Acide gallique

EA : Extrait aqueux

EAAV : Extrait Aqueux de tiges d'*Amaranthus Viridis*

EC : Équivalent Catéchine

EM : Extrait méthanolique

EMAS : Extrait Méthanolique de feuilles d'*Amaranthus spinosus*

EMAV : Extrait Méthanolique de feuilles d'*Amaranthus viridis*

EQ : Équivalent Quercétine

ER : Équivalent Rutine

EEth : Extrait Éthanolique

FAO : *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture)

FST : *Forced Swim Test* (test de nage forcée)

Gpx : Glutathion peroxydase

HCTZ : HydroChloroThiaZide

HDL : *High Density Lipoprotein* (lipoprotéine de haute densité)

HMG-CoA : HydroxyMéthylGlutaryl-CoA

HMGCR ou HMG-CoA réductase : HydroxyMéthylGlutaryl-CoA Réductase

HPLC : *High Performance Liquid Chromatography* (chromatographie liquide haute performance)

IAC : Inhibition de l'Anhydrase Carbonique

LDH : Lactate DésHydrogénase

LDL : *Low Density Lipoprotein* (lipoprotéine de basse densité)

MCV : Maladies Cardio-Vasculaires

MF : Matière Fraîche

MS : Matière Sèche

NADP : Nicotinamide Adénine Dinucléotide Phosphate

NASH : *Non Alcoholic SteatoHepatitis* (stéato-hépatite non alcoolique)

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PCR : *Polymerase Chain Reaction* (amplification en chaîne par polymérase)

PEP : PhosphoEnolPyruvate

PEPcase : phosphoénolpyruvate-carboxylase

Pi : Phosphate inorganique

PNNS : Programme National Nutrition Santé

SARM : *Staphylococcus aureus* Résistant à la Méthicilline

SOD : SuperOxyde Dismutase

STZ : StrepToZotocine

TF : Triphényl Formazan

TGL : TriGlycéride Lipase

TST : *Tail Suspension Test* (test de suspension par la queue)

TTC : triphényltétrazolium chloride

Unicef : Fonds des Nations unies pour l'enfance

VDLC : canal voltage dépendant de type L (Lent)

VLDL : *Very Low Density Lipoprotein* (lipoprotéine de très basse densité)

WHO : *World Health Organization* (organisation mondiale pour la santé)

1 INTRODUCTION

Les Mascareignes désignent un archipel de l'Océan Indien dont les principales îles sont La Réunion, l'île Maurice et Rodrigues. Toutes ces îles d'origine volcanique sont issues de l'activité du point chaud de la Réunion qui alimente encore aujourd'hui le Piton de la Fournaise.

Découvertes inhabitées, leur peuplement ne débutera qu'au 17^e siècle. En résultera un métissage des européens avec des malgaches et des africains expatriés de force lors de la sombre période de l'esclavage puis, au 19^e siècle, des indiens, des africains et des chinois issus de l'engagisme.

Ce melting-pot a eu pour conséquence un apport culturel très varié dans tous les domaines et notamment l'ethnobotanique puisque chaque ethnie a apporté avec elle ses traditions ancestrales concernant la guérison des maladies par les plantes.

Dans les Mascareignes ainsi qu'aux Seychelles et à Madagascar, les feuilles comestibles traditionnellement consommées comme légumes, sautés ou en bouillon, sont désignées sous le terme de *brèdes*. Ce mot est issu de l'indo-portugais, *brede* désignant la plante *Amaranthus blitum* en portugais, plante encore consommée aujourd'hui dans ces îles. Le mot *brede* est lui-même issu du latin *blitum* qui vient du grec *bliton*. Le latin *blitum* a donné le mot *blette* en Français, maintenant synonyme de *bette*, et qui désigne une autre amaranthacée/chénopodiacée (selon la classification utilisée), *Beta vulgaris* ou betterave, dont on consomme d'ailleurs également les feuilles dans l'hexagone. (1)

Si les brèdes les plus consommées actuellement à la Réunion sont les brèdes chou Chine (*Brassica rapa subsp. chinensis*), brèdes pet-saye (*Brassica rapa subsp. pekinensis*) et brèdes chouchou (*Sechium edule*), différentes amarantes sont encore utilisées : *Amaranthus viridis*, *Amaranthus spinosus*, *Amaranthus blitum*, *Amaranthus dubius*. (2)

En-dehors d'*Amaranthus spinosus*, appelé ici brèdes zépines, brèdes épineuses ou épinards piquants ou encore brèdes malabar à piquants, qui se distingue par ses épines et le terme « piquant » associé, les autres amarantes sont toutes localement désignées par les mêmes termes, probablement à cause de la difficulté (voire l'impossibilité) de les différencier à l'œil nu : brèdes pariétaires (bien qu'elles n'aient rien à voir avec la pariétaire en français...), brèdes paillatères ou pouyatiers parce

que ce sont de « mauvaises » herbes que l'on ramasse par terre, brèdes malabars (du nom d'une ethnie de l'Inde qui a participé au peuplement de la Réunion).

En plus de leur usage culinaire, les amarantes, sont utilisées de manière ancestrale dans de nombreux pays pour leurs vertus thérapeutiques.

Nous aborderons plus précisément deux espèces communes dans les Mascareignes et qui apparaissent régulièrement dans des publications scientifiques : *Amaranthus viridis* et *Amaranthus spinosus*.

La célèbre médecine traditionnelle de l'Inde, l'Ayurveda, leur accorde de nombreuses indications : antidiabétique, antipyrétique, anti-inflammatoire, laxatif, diurétique, anti-léprotique, anti-gonorrhéique, abortif, émétique, contre les maladies du sang, les maladies digestives, l'asthme, les bronchites, la toux, les rhinites, les hémorroïdes.

On retrouvera certaines de ces indications dans les Mascareignes qui sont largement imprégnées de culture indienne à travers l'histoire de leur peuplement. Les amarantes y sont utilisées comme diurétique, anti-infectieux, anti-inflammatoire, émoullient et emménagogue.

Les Pachtounes vivant à la frontière entre le Pakistan et l'Afghanistan y voient un remède contre les troubles gynécologiques.

Au Népal, elles soignent les douleurs liées au travail et l'estomac.

En Asie, la médecine traditionnelle chinoise les indique dans le diabète, la diarrhée, la dysenterie, la fièvre et l'eczéma. Les Négritos des Philippines les utilisent contre les maladies de peau, la dysenterie, l'inflammation, comme émoullient et comme vermifuge, tandis qu'elles soignent les troubles gastriques en Malaisie et les aphtes dans le sud de la Thaïlande.

En Afrique, elles luttent contre l'anémie en Côte d'Ivoire, les douleurs abdominales et les ulcérations de la bouche et de la gorge au Nigeria, le paludisme et les infections microbiennes au Burkina Faso.

Enfin, au Bangladesh, en Inde et en Arabie Saoudite, elles viennent au secours des morsures de serpents et des piqûres de scorpions.

2 PRÉSENTATION DES MASCAREIGNES

2.1 Localisation

Les Mascareignes désignent un archipel d'origine volcanique de l'hémisphère sud situé dans l'ouest de l'océan indien dont les trois principales îles sont La Réunion, département français d'outre-mer (DOM), l'île Maurice (République) et l'île Rodrigues (qui est autonome mais appartient à la République de Maurice) (**figure 1**). (3)



Figure 1. Carte des Mascareignes (4)

2.2 Topographie

Ces îles volcaniques sont toutes nées du même point chaud, le point chaud de la Réunion, qui alimente toujours actuellement le seul volcan en activité des Mascareignes, le piton de la Fournaise (**figures 2 et 3**), situé au sud-est de la Réunion. (3)



Figure 2. Le Piton de la Fournaise en éruption le 31 mai 2015.



Figure 3. Le Piton de la Fournaise, cratère Dolomieu.

La première éruption notable de ce point chaud serait survenue il y a 65 millions d'années et l'on suspecte même un lien entre cette éruption et l'extinction des dinosaures. Les Mascareignes ont commencé à émerger beaucoup plus tard, il y a environ 8 millions d'années pour Maurice, 3 millions d'années pour la Réunion et 1,5 million d'années pour Rodrigues. (3)

Maurice est une île montagneuse (point culminant à 828 m) de 1865 km² possédant un grand lagon (**figure 5**) tandis que la Réunion, 2510 km², beaucoup plus jeune et donc moins érodée, présente un relief beaucoup plus accidenté (**figures 6 et 7**) (point culminant à 3069 m) et encore très peu de lagon. Rodrigues, bien que la plus jeune des trois, présente beaucoup moins de dénivelé (point culminant à 393 m) et un très grand lagon (d'une superficie deux fois plus grande que celle des terres émergées) (**figure 4**). C'est aussi la plus petite de ces trois principales îles avec ses 18km de long sur 8km de large. (5) Le plateau soutenant ce lagon serait beaucoup plus ancien que l'île elle-même. (3)



Figure 4. Rodrigues et son lagon.



Figure 5. Maurice, plus montagneuse que Rodrigues, et son lagon.

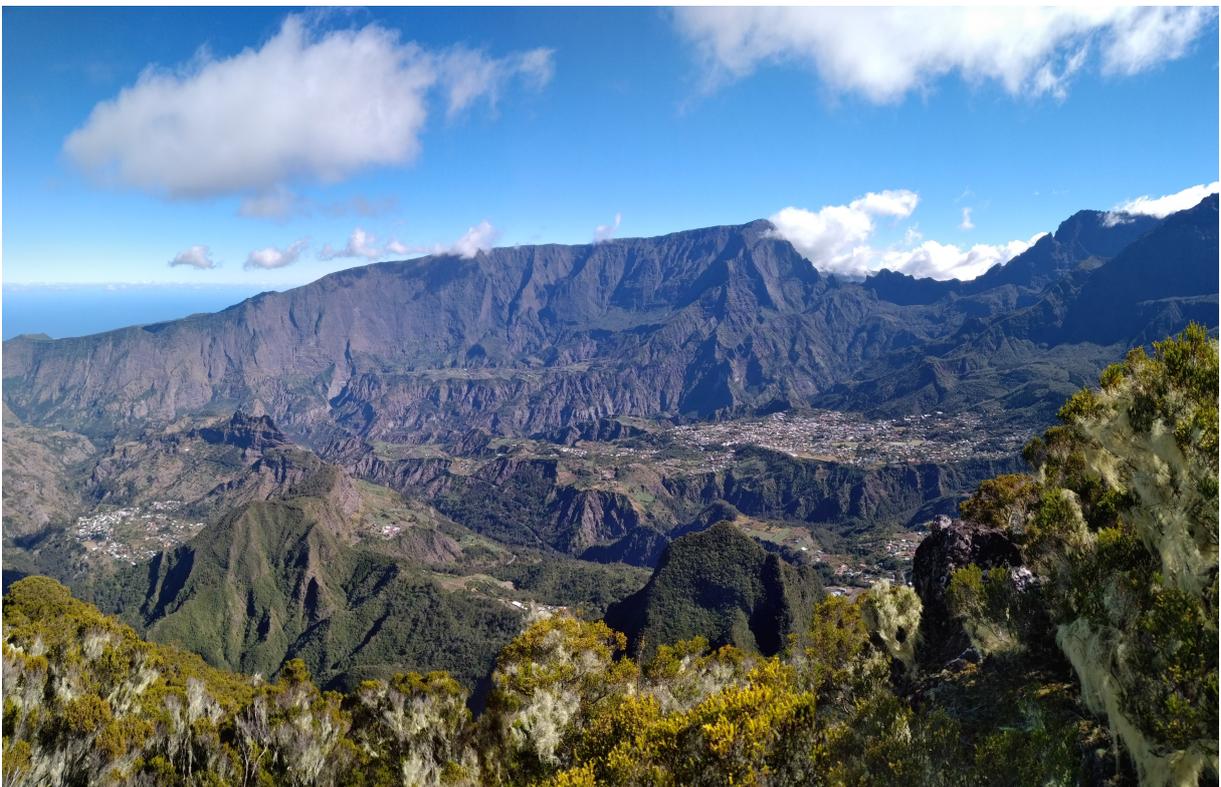


Figure 6. La Réunion, vue sur le cirque de Cilaos entouré de montagnes.



Figure 7. La Réunion, vue sur le cirque de Mafate, entouré de montagnes, et accessible uniquement à pied ou en hélicoptère.

2.3 Climat

De part leur situation géographique, les Mascareignes bénéficient d'un climat tropical avec une saison sèche d'avril à septembre, l'hiver austral et une saison humide d'octobre à mars, l'été austral. (5)

Cependant le relief important de l'île de la Réunion et l'orientation des vents dominants, les alizés, sont à l'origine de divers phénomènes météorologiques responsables d'une différence d'humidité très importante entre l'ouest et l'est de l'île : la partie est (côte au vent) s'ennuage généralement très vite après le lever du soleil et reçoit beaucoup de précipitations (pouvant atteindre plus de 10 m par an!), alors que l'ouest (côte sous le vent) est abritée par le relief (**figure 8**). (6) S'en suit une nette différence de végétation entre moitié est et moitié ouest (**figures 9 et 10**), sans compter la multitude de microclimats en fonction du relief et de l'altitude.

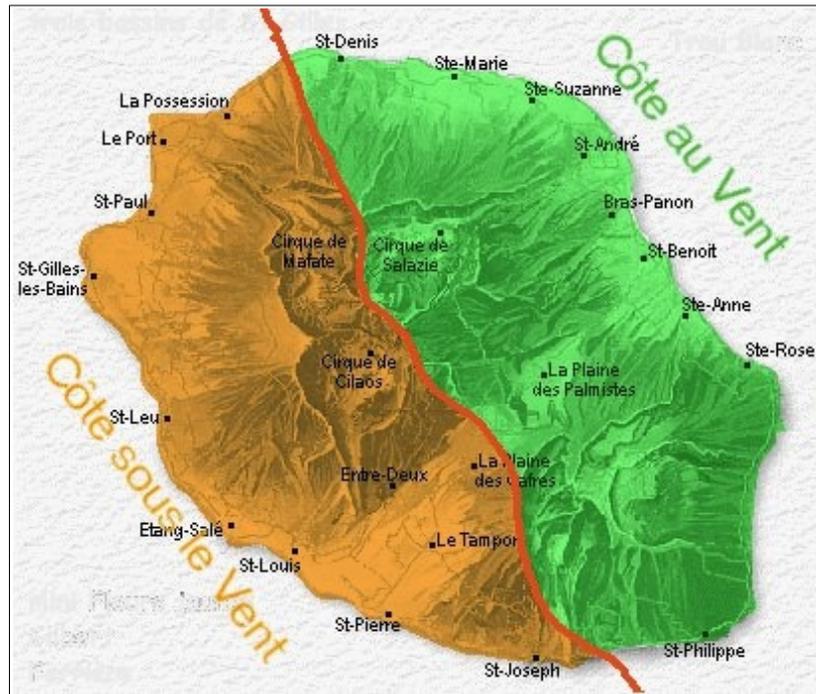


Figure 8. Carte schématique de la côte au vent et de de la côte sous le vent de l'île de la Réunion (7)



Figure 9. Végétation tropicale humide dans la moitié est de la Réunion, forêt de Bélouve.



Figure 10. Végétation sèche, savane, dans la moitié ouest de la Réunion, dans sa partie où les précipitations sont les plus faibles (vers Trois Bassins).

L'île Maurice présente les mêmes phénomènes climatiques liés aux alizés et au relief mais de manière moins contrastée puisque le relief est moins important.

L'île Rodrigues, au relief beaucoup plus doux mais située beaucoup plus à l'est par rapport à l'île Maurice et à la Réunion, bénéficie d'un climat plus sec et plus chaud.
(5)

2.4 Peuplement et métissages

D'abord découvertes par des navigateurs arabes au moyen-âge, les Mascareignes sont redécouvertes encore inhabitées par le navigateur portugais Pedro de Mascarenhas (qui laissera son nom à l'archipel) en 1513. (8) D'un côté la France pour la Réunion, et de l'autre côté la Hollande puis la France et enfin le Royaume-Uni pour l'île Maurice, va prendre possession du territoire et en entamer le peuplement au 17^e siècle.

La traite des esclaves apportera une majorité de la population issue de Madagascar, d'Afrique, parfois de l'Inde. Des européens contribueront également au peuplement de ces îles dès les premières heures, surtout à la Réunion. Ces premiers réunionnais blancs sont pauvres et appelés « petits blancs ». Ils s'installent dans les Hauts et les cirques.

Après l'abolition de l'esclavage (en 1834 à l'île Maurice et en 1848 à la Réunion), la culture de la canne à sucre alors florissante nécessite l'importation de main d'œuvre, d'autant que les affranchis répugnent à travailler pour leurs anciens maîtres. C'est ainsi que débute la période de l'engagisme. Les engagés sont théoriquement volontaires et sous contrat. À l'île Maurice, ils viennent essentiellement de l'Inde britannique ; à la Réunion, ils viennent d'Inde mais aussi d'Afrique, de Madagascar, et parfois des Comores ou de Chine. (9)

Ce melting-pot va donner lieu à un métissage ethnique mais aussi culturel : religions, cultures de toutes sortes et donc médecines traditionnelles vont coexister et même souvent se mélanger pour donner la culture créole telle que nous la connaissons aujourd'hui.

En effet, chaque ethnie a apporté avec elle son savoir et ses traditions médicales. Les malgaches et les africains de l'est ont retrouvé sur place un grand nombre de végétaux qu'ils connaissaient et utilisaient déjà. Les indiens ont apporté un savoir issu de la médecine ayurvédique concernant de nombreux végétaux et de nombreuses épices. Pour d'autres plantes, les savoirs se sont constitués sur la base des différentes traditions présentes dans les pays d'origine de tous ceux qui ont participé au peuplement des Mascareignes. (10)

3 DESCRIPTION BOTANIQUE D'*A. viridis* ET D'*A. spinosus*

3.1 Classification et présentation générale des amarantes

Voici comment sont classées les amarantes : (11)

Règne : Plantae

Sous-règne : Tracheobionta = Tracheophyta (plantes vasculaires)

Super-division : Spermatophyta (plantes à graines)

Division : Magnoliophyta = Angiospermes (plantes à fleurs)

Classe : Magnoliopsida = Dicotylédones

(Sous-classe : Caryophyllidae, dans la classification de Cronquist, n'existe pas dans la classification phylogénétique)

Ordre : Caryophyllales

Famille : Amaranthaceae selon la classification phylogénétique, anciennement classées dans les Chenopodiaceae selon la classification classique de Cronquist (1981)

Genre : *Amaranthus* L.

L'étymologie d'*Amaranthus* vient du latin *amarantus* lui-même dérivé du grec ancien *ἀμάραντος* qui signifie immarcescible (= qui ne peut se flétrir). En effet, son calice étant persistant, la fleur ne se fane pas. L'amarante est par conséquent un symbole d'immortalité. (12)

La famille des Amaranthaceae regroupe soixante dix espèces de plantes herbacées annuelles dont au moins dix sept dont les feuilles sont comestibles et trois qui sont cultivées pour leurs graines comestibles. (13)

Certaines amarantes étaient déjà consommées dans les civilisations précolombiennes (Aztèques, Mayas, Incas...).

Chez les Aztèques, elles étaient également utilisées lors de rites religieux : des feuilles vertes et tendres d'amarantes servaient à la constitution de chaussons appelés tamales "de jade" ou tamales "d'émeraude" qui étaient consommés dans une sauce teinte en rouge par des petits crustacés (sauce "de plume d'ara"). Cette association de couleurs représentait le feu par construction métonymique liée à l'aspect visuel, le rouge représentant les flammes, et le bleu-vert la braise. Le feu ainsi représenté matérialisait un Dieu qui était consommé (théophagie). (14)

Un autre rite théophagique consistait en la consommation de figurines élaborées à partir de pâte d'amaranthe. (15)

La lutte violente de l'Église catholique contre ces rites eut pour conséquence l'interdiction de la culture des amaranthes après la conquête espagnole au Mexique et explique qu'elles aient aujourd'hui quasiment disparu de l'alimentation mexicaine. (15)

Traditionnellement consommées par les humains, elles sont aussi utilisées comme fourrage pour le bétail. *A. spinosus* a d'ailleurs la réputation d'augmenter la production de lait. Il a en revanche déjà été observé des cas d'intoxication du bétail suite à la consommation d'amaranthe épineuse en période de sécheresse, lorsque les autres fourrages se faisaient rares. On la suspecte de provoquer une insuffisance rénale. (16)

Il est parfois très difficile de les différencier morphologiquement entre elles, d'autant qu'il existe des variantes. Par exemple, il n'est pas impossible de trouver une amaranthe épineuse sans épines ! (17)

Parmi la vingtaine de taxons présents dans les Mascareignes (18), deux ont été choisis pour cet ouvrage bibliographique car ils sont régulièrement cités dans des publications pour leur possible intérêt thérapeutique. Il s'agit d'*Amaranthus viridis* et d'*Amaranthus spinosus*. Après l'exposé de leurs points communs viendra le recensement de leurs différences morphologiques (**tableau 1**) qui confirme la difficulté à les différencier sans matériel sur le terrain, notamment à cause de la petite taille des fleurs et des fruits; sans compter que seuls deux taxons sont comparés sur la vingtaine susceptibles d'être rencontrés dans les Mascareignes.

3.2 *Amaranthus viridis* et *Amaranthus spinosus* : points communs (19,20)

Chez la plantule, les cotylédons sont linéaires à lancéolés et pétiolés. Les premières feuilles sont longuement pétiolées, au sommet profondément émarginé avec un fort mucron constitué par l'extrémité de la nervure centrale.

Les plantes adultes sont des plantes herbacées vertes au port dressé. Elles sont abondamment ramifiées. La tige est cylindrique et glabre, la racine constituée par un ou plusieurs forts pivots ramifiés. Les feuilles, simples et alternes, sont portées par

un pétiole étroit. La base du limbe est en coin, le sommet profondément émarginé et mucroné. La marge est entière. Les deux faces sont glabres et portent de petites taches translucides très nombreuses.

Les fleurs, très petites et vertes, apétales, sont assemblées en glomérules sessiles. Elles sont unisexuées, les fleurs femelles se trouvant à la base des épis et les fleurs mâles au sommet. Les fleurs mâles possèdent cinq étamines.

Les fruits sont des capsules ovoïdes contenant une seule graine chacune. Cette graine est lenticulaire, lisse et brillante, de couleur brun rouge.

Ce sont des espèces annuelles monoïques se reproduisant uniquement par graines dispersées par l'eau et le vent.

Originaires d'Amérique Centrale, elles sont maintenant largement répandues dans toutes les régions du monde comprises entre 30 degrés de latitude sud et 30 degrés de latitude nord (**figures 16 et 17**).

Espèces rudérales, elles se développent sur les bords des chemins, à proximité des villages, notamment en bordure des zones de parcage du bétail ou sur des zones de rejet des déchets ménagers. Ceci peut s'expliquer par le fait qu'elles soient très nitrophiles : leur développement est d'autant plus important que le sol est riche en matière organique et en azote. (**figures 13 à 15c**)

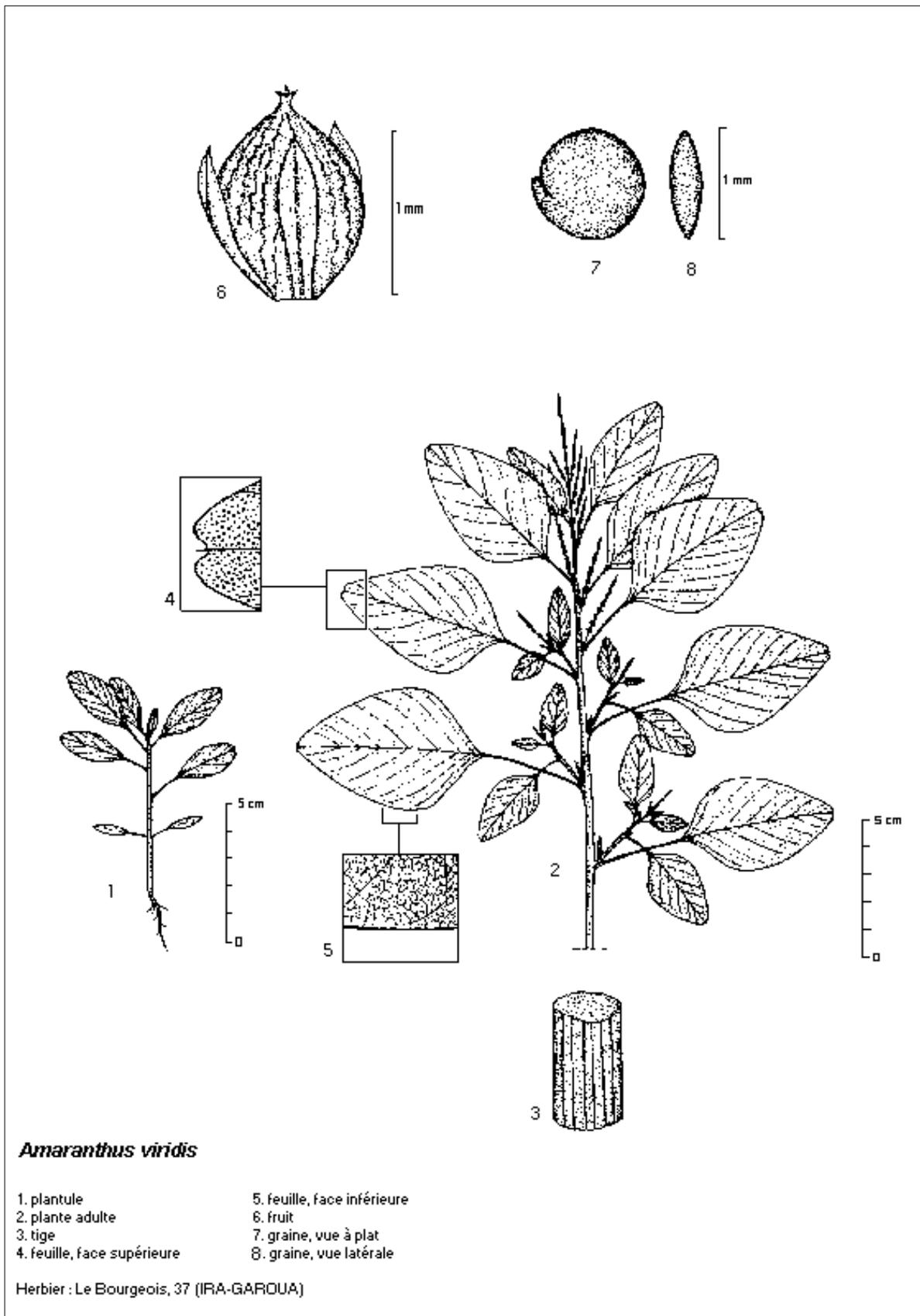
Ce sont des espèces qui se développent particulièrement en été (la saison des pluies en zone tropicale) puisqu'elles apprécient l'eau, la lumière et la chaleur. Lorsque les jours sont longs, la durée du cycle de développement depuis la levée jusqu'à la production des graines a lieu en deux mois sur des plantes très développées. En revanche, lorsque les jours raccourcissent, la durée de ce cycle peut être réduite à trois semaines, mais la floraison se produit alors sur des plantes très peu développées. (19,20)

3.3 *Amaranthus viridis* et *Amaranthus spinosus* : différences (19,20)

Tableau 1. Caractéristiques physiques permettant de différencier *Amaranthus viridis* et *Amaranthus spinosus*.

<i>Amaranthus viridis</i>	<i>Amaranthus spinosus</i>
Cotylédons : 18mm x 3 mm parfois teintés de pourpre à la face inférieure	Cotylédons : 10 mm x 2 mm généralement rouges pourpre à la face inférieure
Limbe elliptique (Fig.11 ¹) chez les premières feuilles puis ovale voire triangulaire pour les feuilles adultes (Fig.11 ²)	Limbe obovale pour les 2 ou 3 premières feuilles puis elliptique pour les suivantes (Fig.12 ¹) puis ovale pour les feuilles adultes (Fig.12 ⁴)
Ne dépasse pas 80 cm de haut	Peut atteindre 0,4 à 1 m de haut
Tige plus ou moins striée (2 stries descendant à partir de la base de chaque pétiole) (Fig.11 ³)	Tige verte ou rouge
Pétiole : 2 à 4 cm (Fig.11 ²)	Pétiole : 4 à 7 cm (Fig.12 ⁴)
Limbe : 3 à 7 cm x 3 à 5 cm, presque perpendiculaire au pétiole (Fig.11 ²)	Limbe : 5 à 10 cm x 2 à 5 cm (Fig.12 ⁴)
	Mucron parfois épineux (Fig.12 ^{3 et 6})
7 à 8 nervures latérales bien visibles (Fig.11 ²)	8 à 10 nervures latérales bien visibles (Fig.12 ⁴)
	Face inférieure souvent teintée de pourpre
Glomérules regroupés en épis axillaires et terminaux ± ramifiés (Fig.11 ²)	Glomérules à l'aisselle des feuilles puis regroupés en épis denses à l'extrémité des rameaux (Fig.12 ⁴)
3 sépales scarieux de 1 mm de long, linéaires à lancéolés, à sommet en coin aigu (Fig.11 ⁶)	5 sépales scarieux de 1 à 2 mm de long, lancéolés et terminés par une courte pointe (Fig.12 ^{8 et 9})
Capsules indéhiscentes de 1,2 mm x 1 mm dont la paroi est parcourue de nombreuses stries longitudinales verruqueuses ; très court stigmaté à 3 petites pointes (Fig.11 ⁶)	Capsules déhiscentes de 2 mm x 1 mm légèrement étranglées à mi-hauteur au niveau de la ligne de déhiscence ; 2 ou 3 pointes correspondant aux stigmates (Fig.12 ¹⁰)
Graine 1 mm de diamètre (Fig.11 ^{7 et 8})	Graine 0,8 mm de diamètre (Fig.12 ^{11 et 12})

3.4 Planches et photographies

Figure 11. Planche botanique d'*Amaranthus viridis* d'après le CIRAD (19)

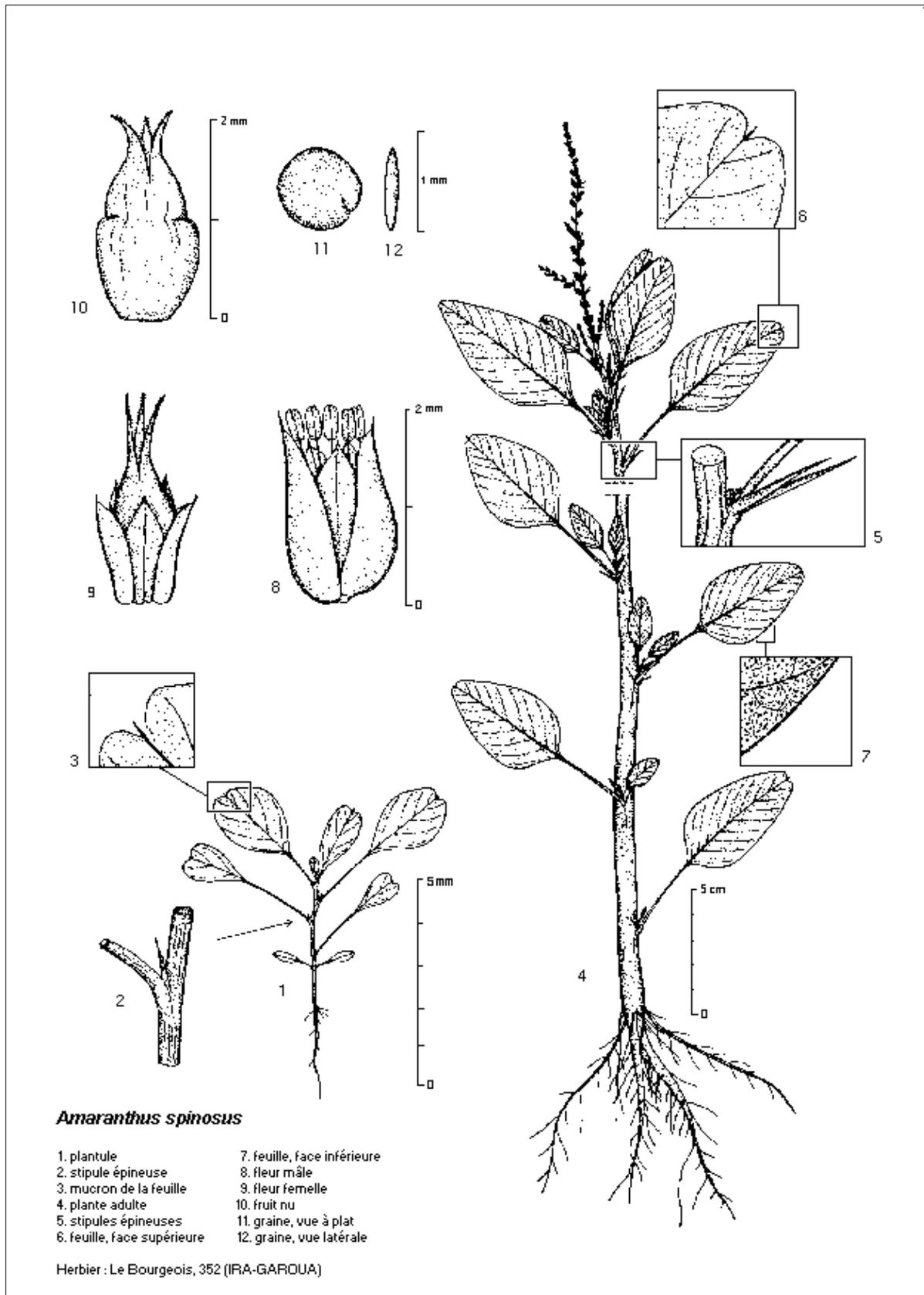


Figure 12. Planche botanique d'*Amaranthus spinosus* d'après le CIRAD (20)

Quelques photos d'amaranthes prises à la Réunion, sans identification plus précise :



Figure 13. Amaranthe photographée dans une zone de savane où pâture régulièrement du bétail (bœuf moka) à l'Ermitage Les Bains, Réunion



Figure 14. Amaranthe photographée sur une pelouse irriguée quotidiennement à un endroit où un chien a l'habitude de faire ses besoins à l'Ermitage Les Bains, Réunion



Figure 15a. Amaranthe photographée sur un parking à l'Ermitage Les Bains, Réunion ; pas d'irrigation, mais il semble que des animaux y avaient fait leurs besoins

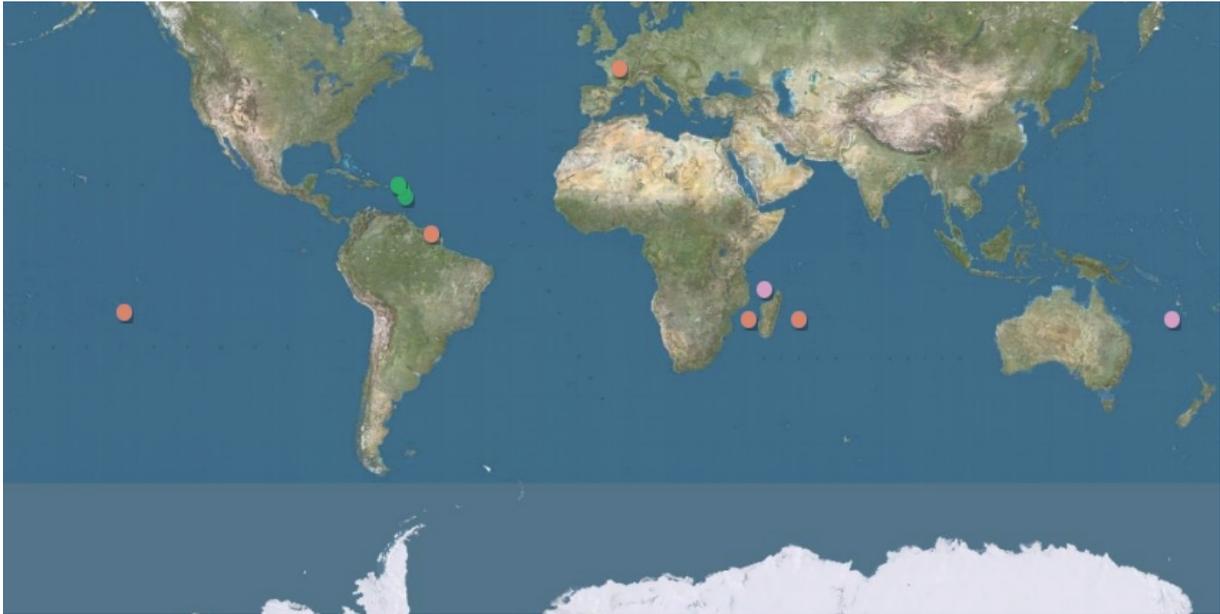


Figure 15b. Même plant, feuilles de plus près

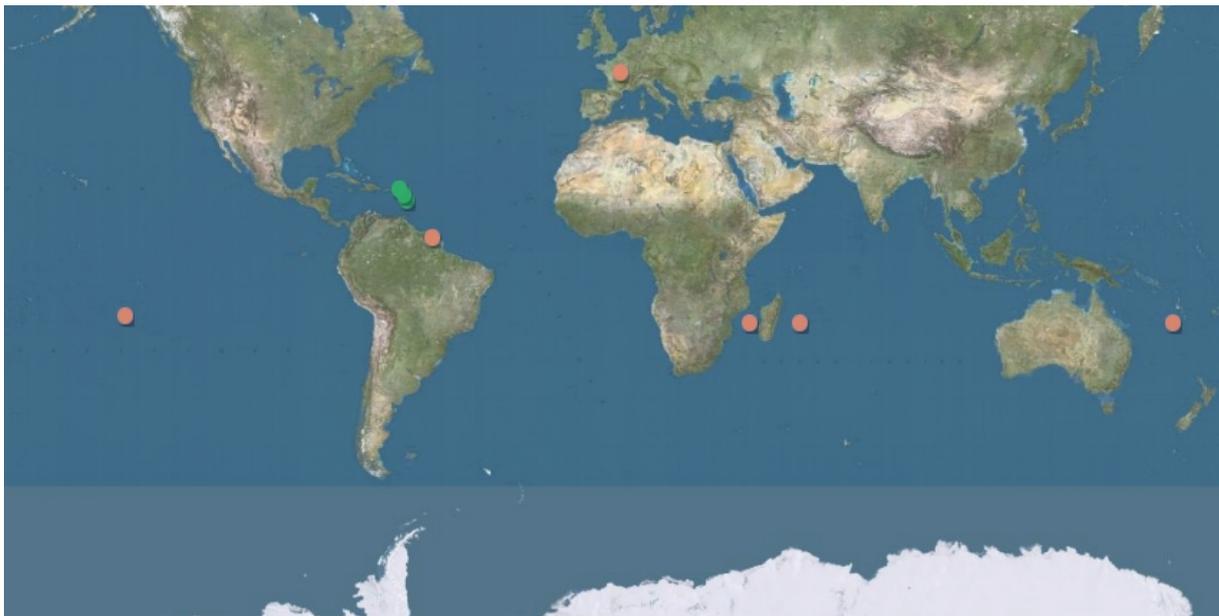


Figure 15c. Même plant, feuilles vues du dessous

3.5 Cartes de répartition d'*A. viridis* et d'*A. spinosus*



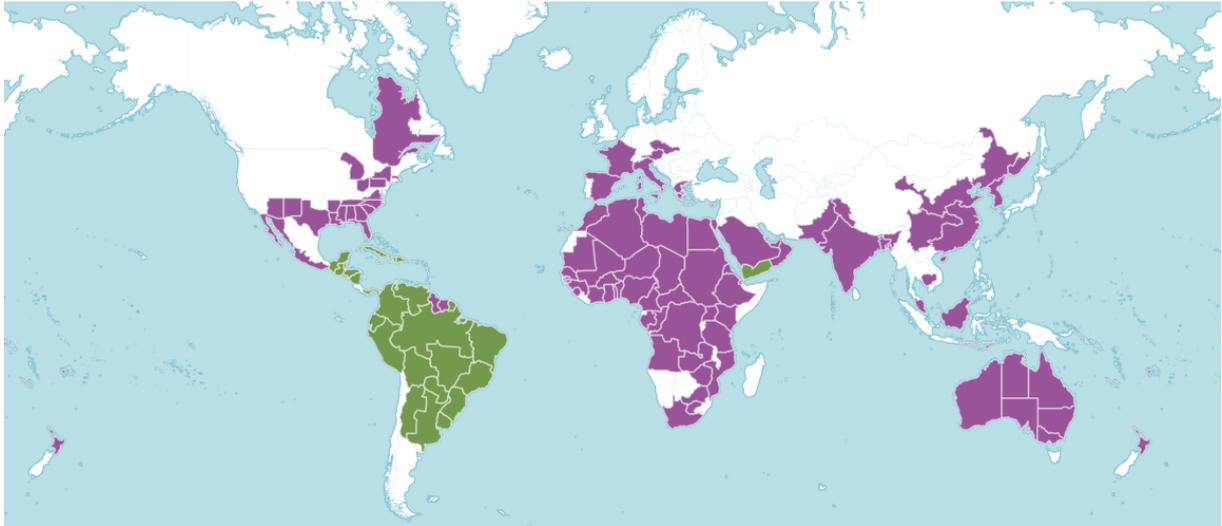
Amaranthus viridis



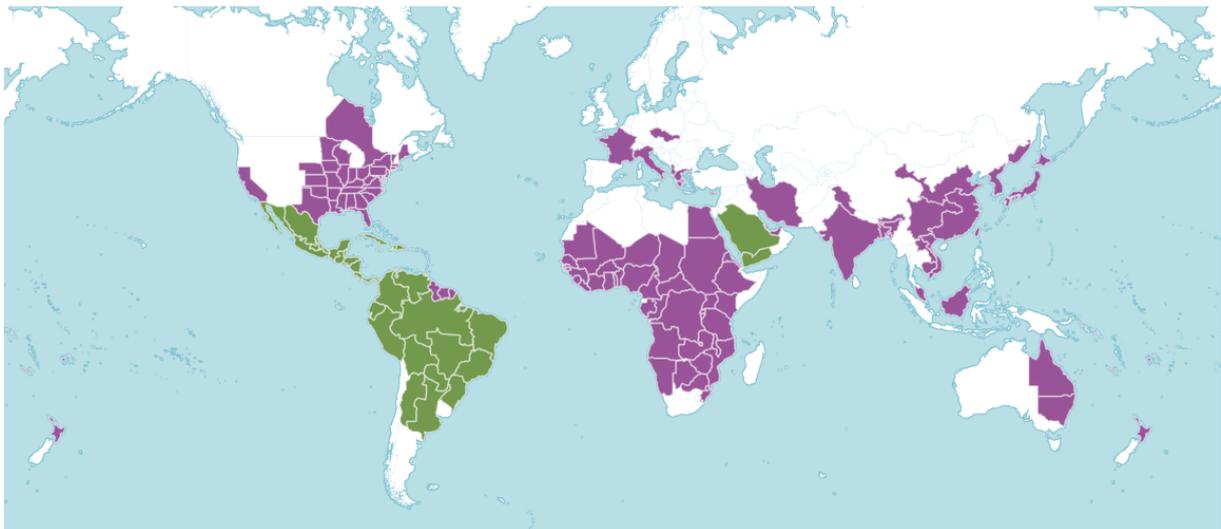
Amaranthus spinosus

Figure 16. Répartition des amaranches étudiées sur les territoires français à travers le monde (21) - Légende :

- ● : Présente (indigène ou indéterminé)
- ● : Cryptogène
- ● : Introduite



Amaranthus viridis (22)



Amaranthus spinosus (23)

Figure 17. Répartition mondiale des amarantes étudiées -

Légende : vert = indigène
violet = introduite

4 AGRONOMIE

4.1 Dissémination

À la fois légumes et mauvaises herbes, les amarantes peuvent être cultivées intentionnellement, ou au contraire s'immiscer de manière indésirable dans d'autres cultures telles que le riz, le maïs, le coton, les arachides, la canne à sucre, le soja, le sorgho, l'ananas etc. (24)

A. viridis et *A. spinosus* se reproduisent uniquement par graines. (19,20) Un seul plant d'*A. viridis* peut produire 7 000 graines tandis qu'un d'*A. spinosus* peut en produire 114 000. Les graines sont dispersées par le vent, l'eau, les oiseaux, le fumier, le mouvement des machines agricoles, et peuvent même être retrouvées comme contaminant des graines utilisées en culture. (24)

4.2 Conditions requises pour la culture

A. viridis et *A. spinosus* sont des plantes annuelles présentes tout au long de la saison des pluies. Lorsque les jours sont longs, le cycle de développement (de la levée jusqu'à la production de graines) est de deux mois, les plantes sont très développées. Quand les jours raccourcissent en fin de saison des pluies, ce cycle peut être réduit à trois semaines et la floraison se produit sur des plants peu développés. (19,20)

A. viridis et *A. spinosus* sont rudérales et très nitrophiles. (19,20)

A. spinosus peut pousser sur des sols sableux. Sa croissance est optimale sur des sols modérément humides mais elle sait s'adapter à des terrains plus mouillés aussi bien qu'à la sécheresse, jusqu'à pousser dans des conditions arides. (16)

La croissance d'*A. spinosus* est meilleure au soleil ou dans une zone légèrement ombragée. Une luminosité trop faible inhibe complètement la floraison qui sera d'ailleurs plus précoce dans les zones bénéficiant de 11 à 12 heures d'ensoleillement par jour. Dans le sud-est de l'Asie, on retrouve cette plante jusqu'à 1400 m d'altitude. (16)

La germination des graines d'*A. spinosus* et *A. viridis* est stimulée par des températures fluctuant de 35 à 25 ou de 30 à 20°C par rapport à des températures de 25 à 15°C, et par la lumière (même si la germination peut avoir lieu en l'absence de lumière), conditions réunies dans les zones tropicales et intertropicales qui correspondent à leurs aires de répartition. (24)

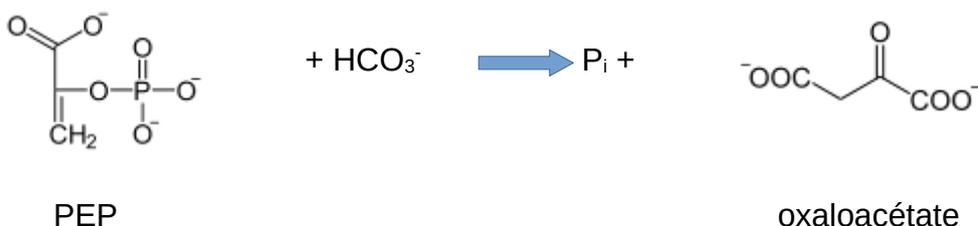
L'effet stimulant de la lumière est à mettre en relation avec le fait que les graines doivent être à la surface du sol pour germer (56 % de germination pour *A. spinosus* et 68 % pour *A. viridis*). Ces taux chutent à 7 % pour *A. spinosus* à une profondeur de 0,5 cm et à 0 % à une profondeur de 4 cm. Pour *A. viridis*, on a encore 6 % de germination à 4 cm de profondeur, et 0 % à 6 cm. (24)

La germination d'*A. viridis* est plus sensible au stress généré par la présence de salinité : à une concentration en NaCl de 100 mM, *A. spinosus* germe encore (19%), mais pas *A. viridis*. (24)

A. viridis est également plus sensible au stress osmotique qu'*A. spinosus*. Dans tous les cas, l'absence de germination est réversible lorsque la graine est par la suite remise dans des conditions osmotiques favorables, ce qui augmente le potentiel de longévité de ces graines dans les banques de graines. (24)

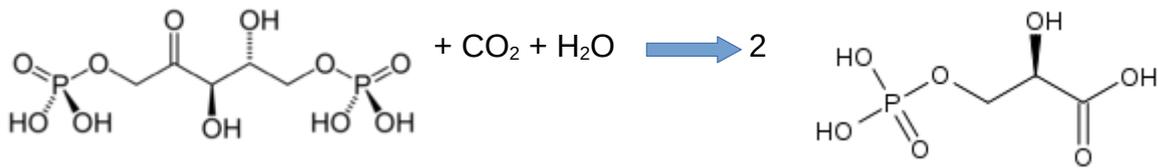
4.3 Photosynthèse en C4

Chez les plantes dites en C4 comme les amarantes (et les plantes dites CAM pour Crassulacean Acid Metabolism = métabolisme acide crassulacéen) l'enzyme cytoplasmique PEPcase pour phosphoénolpyruvate-carboxylase catalyse une réaction où l'accepteur de CO₂ est le phosphoénolpyruvate (PEP) :



On obtient un acide organique en C4 souvent immédiatement converti en malate. On parle donc de photosynthèse en C4 car il y a formation de molécules à quatre atomes de carbone.

Bien que plus gourmand en énergie, ce système de carboxylation a un rendement très supérieur à la simple photosynthèse en C3 (carboxylation du ribulose catalysée par la ribulose-1,5-bisphosphate-carboxylase/oxygénase (RuBisCo)) qui se produit chez toutes les plantes, y compris celles en C4 :



D-ribulose-1,5-bisphosphate

3-phospho-D-glycérate

En effet, l'activité de la RuBisCo est freinée par sa deuxième activité (oxygénase), la photorespiration (sucre en C5 + O₂ → sucre en C3 + CO₂) car l'O₂ et le CO₂ sont concurrents sur cette enzyme (or l'atmosphère est plus riche en O₂) et par la température. (25)

La réaction qui se produit chez les plantes en C4 (et en CAM) permet de diminuer la photorespiration en captant efficacement le CO₂ (en le transformant préalablement en malate) (25) et en le concentrant à proximité de la Rubisco. (26)

Il existe également chez ces plantes un dispositif cellulaire réduisant les pertes en eau et en CO₂. (26)

En outre, la PEP-carboxylase est beaucoup moins sélective que la Rubisco concernant les isotopes de carbone utilisés (¹²C et ¹³C). (27)

Ces plantes en C4 (et CAM) ont développé ce système afin de préserver une activité photosynthétique suffisante dans des conditions de températures élevées, parfois de sécheresse, où les stomates sont moins ouverts pour préserver l'eau de la plante (et où il y a donc moins d'apport de CO₂). Ce système est consommateur d'énergie, mais ces plantes se développent là où l'intensité lumineuse est importante. (25)

Elles sont également moins gourmandes en azote puisqu'elles se satisfont d'une quantité moindre de RuBisCo dont la synthèse nécessite beaucoup d'azote. (26)

Les amarantes font donc partie de ces plantes fixant le carbone en C4, un mécanisme de photosynthèse plus efficace et plus économe en eau lorsque les températures sont élevées et la luminosité importante. C'est d'ailleurs dans les zones tropicales et subtropicales que les plantes en C4 sont concentrées.

Les plantes en C4 ne constituent que 5 % de la biomasse végétale et 3 % des espèces de plantes connues, mais sont responsables d'environ 30 % de la fixation du carbone sur Terre ! (26)

4.4 Allélopathie : inhibiteur de croissance

L'allélopathie désigne les interactions biochimiques entre les plantes et/ou les microorganismes. Les composés allélochimiques vont notamment jouer un rôle dans la compétition pour les ressources environnementales (eau, lumière, substances nutritives...), dans l'armement de défense chimique des plantes, et dans la coopération intra et inter-spécifique. Les propriétés allélopathiques peuvent être exploitées pour produire des bioherbicides. (28)

A. viridis contient de l'amastérol, un phytoecdystéroïde, qui inhibe fortement la croissance de *Helminthosporium oryzae*, un champignon pathogène causant des tâches brunes, notamment sur le riz. L'amastérol est un composé allélochimique dans la nature. Sa toxicité a été testée sur des graines de laitue dont il a inhibé la germination ainsi que la croissance des semis. Les dérivés hexahydro de l'amastérol et l'acétate d'amastérol ont montré une toxicité sur les graines de laitue. (29)

Dans une autre étude visant à étudier l'effet allélopathique, des extraits éthanoliques de feuilles d'*A. spinosus* et d'*A. viridis* ont inhibé la germination de graines de *Lactuca sativa* (laitue) de manière dose-dépendante, avec une inhibition de plus de 95 % à la concentration de 4 g/L. Une réduction significative du développement des plantules a également été observée. Lors de l'analyse microscopique, il a été observé un effet mitodépressif et des noyaux condensés. Les extraits testés contenaient des protéines, des acides aminés, des acides organiques, des depsides, des caroténoïdes et des stéroïdes. Celui d'*A. spinosus* contenait également des polysaccharides, des azulènes, des saponines, des coumarines et dérivés. Il a été observé comme conséquence lors du test des extraits contenant des coumarines une fragmentation de l'ADN, et la présence de coumarine est associée à des effets cytotoxiques et à l'induction de mort cellulaire. *A. spinosus* semble donc être l'espèce d'amarante la plus prometteuse pour de futures investigations dans le dessein d'élaborer des bioherbicides. (30)

En revanche, aucune donnée n'a été trouvée concernant les possibilités de co-cultures avec *A. viridis* ou *A. spinosus*. Ces plantes semblent donc être de meilleures candidates pour la production de bioherbicides que pour la cohabitation avec d'autres cultures.

4.5 Ennemis naturels

Le virus de la mosaïque d'amaranthe a pour conséquence sur *A. viridis* des pousses, des racines et des inflorescences plus courtes, des feuilles et un diamètre de tige plus petits, moins de ramifications et une réduction du poids frais des pousses et des racines. (31)

L'application de géraninol ou d'extrait éthanolique de grains de café (*Coffea arabica*) (avec le 1,3,7- triméthylxanthine comme principe actif) bloque la germination d'*A. spinosus*. (16)

Le lépidoptère *Herpetogramma bipunctalis* et le charançon de l'amaranthe (*Conotrachelus seniculus*) sont des ennemis naturels d'*A. spinosus*. Le charançon des bourgeons (*Cajanus cajan*) se nourrit volontiers d'amaranthes dont *A. spinosus*. (16)

4.6 Résistance au glyphosate

Une espèce d'amaranthe a fait parler d'elle pour sa capacité à développer une résistance à un célèbre herbicide, le glyphosate : *Amaranthus palmeri*, espèce connue comme s'hybridant avec *A. spinosus*.

Il a également été retrouvé des spécimens d'*A. spinosus* résistants au glyphosate dans un champ de coton dans le Mississippi. Une analyse de PCR ayant révélé des similarités au niveau des gènes responsables de la résistance au glyphosate, ceci suggère bien une hybridation entre ces deux espèces ayant permis de transférer la résistance.

S'il semble probable qu'*A. spinosus* résistant au glyphosate demeure d'importance mineure par rapport à *Amaranthus palmeri*, ces plants pourrait bien servir d'hôtes alternatifs pour certains insectes nuisibles et certaines maladies. (32)

4.7 Hôte pour les « nuisibles »

A. spinosus est une plante hôte pour le virus de la mosaïque du tabac, le virus de la rosette de l'arachide, le virus de la mosaïque du concombre et les nématodes à galles (*Meloidogyne spp.*), qui s'attaquent à des plantes d'intérêt commercial. Dans le classement mondial se basant sur le nombre de « pestes » hébergées, *A. spinosus* est à la 6^è place, hébergeant 15 « pestes » capables d'affecter les cultures. (16)

5 COMPOSITION PHYTOCHIMIQUE ET NUTRIMENTS

« L'analyse phytochimique de parties aériennes de divers *Amaranthus spp.* a établi la présence de composants actifs tels que des alcaloïdes, des flavonoïdes, des glycosides, des acides phénoliques, des stéroïdes, des saponines, des acides aminés, des vitamines, des minéraux, des terpénoïdes, des lipides, de la bétaine, des tannins catéchiques et des caroténoïdes. Sont également documentés : l'amaranthoside, un glycoside de lignane ; l'amaricine, une coumaroyl adénosine ; les bétalaines telles que les bétacyanines (amaranthine, isoamaranthine), la bétaxanthine ; des flavonoïdes et des acides phénoliques sous forme d'hydroxycinnamates, de quercétine et de glycosides de kaempférol.

Des extraits d'amaranthe isolés de manière séquentielle par l'acétone et le mélange méthanol/eau à partir de feuilles, de fleurs, de tiges et de graines dégraissées fournissent la rutine, la nicotiflorine, l'isoquercétine, les acides 4-hydroxybenzoïque et p-coumarique comme composants majoritaires. » (33)

5.1 Taux d'humidité

A. viridis (feuilles) : $80 \pm 2,9$ % (34), 87,9 % (35), $80 \pm 1,3$ % (36)

A. spinosus(feuilles) : 82 ± 0.93 % (36), 91 % (37)

Amaranthus spp. 86,9 % dans les feuilles et 9,0 % dans les graines (38)

Le taux d'humidité étant très important dans les feuilles d'amaranthes, il faudra en tenir compte pour comparer les résultats d'analyse, puisque certains seront exprimés sur la Matière Sèche (MS), et d'autres sur la Matière Fraîche (MF).

5.2 Antioxydants

5.2.1 Acides phénoliques et flavonoïdes

5.2.1.1 Acides phénoliques

Les acides phénoliques ou acides-phénols sont des composés organiques possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique. Certains dérivent de l'acide benzoïque et sont appelés acides hydroxybenzoïques (**tableau 2**), les autres dérivent de l'acide cinnamique et sont appelés acides hydroxycinnamiques (**tableau 3**). (39)

Tableau 2. Les acides hydroxybenzoïques (39)

Acides hydroxybenzoïques					
	R1	R2	R3	R4	Formule
Acide parahydroxybenzoïque	H	H	OH	H	
acide protocatéchique	H	OH	OH	H	
acide vanillique	H	OCH ₃	OH	H	
acide gallique	H	OH	OH	OH	
acide syringique	H	OCH ₃	OH	OCH ₃	
acide salicylique	OH	H	H	H	
acide gentisique	OH	H	H	OH	

Tableau 3. Les acides hydroxycinnamiques (39)

Acides hydroxycinnamiques				Formule
	R1	R2	R3	
acide paracoumarique	H	OH	H	
acide caféique	OH	OH	H	
acide férulique	OCH ₃	OH	H	
acide sinapique	OCH ₃	OH	OCH ₃	
E-anéthole	H	OCH ₃	H	
acide 3,4-diméthoxycinnamique	OCH ₃	OCH ₃	H	

On retrouve des acides hydroxybenzoïques et des acides hydroxycinnamiques dans l'extrait méthanolique de graines d'*A. spinosus* (**figure 19**), de l'acide férulique (**tableau 3**) dans l'extrait méthanolique de feuilles d'*A. viridis* (**figure 21**).

« Dans les plantes ces acides-phénols sont souvent sous forme d'esters d'alcools aliphatiques ou d'esters de l'acide quinique, de l'acide rosmarinique ou de glycosides. Les composés formés d'acides hydroxycinnamiques conjugués à l'acide quinique forment la classe des acides chlorogéniques : acide caféoylquinique, acide féruloylquinique, acide p-coumaroylquinique, acide sinapoylquinique, acide diméthoxycinnamoylquinique. » (39)

On retrouve des acides chlorogéniques dans l'extrait méthanolique de feuilles d'*A. viridis* (**figure 21**) et dans l'écorce de tiges d'*A. spinosus* (6 dérivés d'hydroxycinnamates : majoritairement des acides caféoylquiniques mais aussi des acides coumaroylquiniques et féruloylquiniques). (40)

5.2.1.2 Flavonoïdes

Les flavonoïdes possèdent un squelette de 15 atomes de carbone : deux cycles benzéniques à 6 atomes de carbone chacun, reliés par une chaîne à 3 atomes de carbone. Cette chaîne à 3 atomes de carbone entre les deux phényles forme généralement un troisième cycle pyrone. (41)

C'est le cas des flavonoïdes retrouvés dans *Amaranthus spp.* qui appartiennent à la classe des flavonols (**figure 18**) : la quercétine et le kaempférol pour les formes aglycones, la rutine (ou rutoside) qui est un diglucoside de la quercétine et les glucosides de kaempférol pour les formes hétérosides, et l'isorhamnétine (forme méthylée de la quercétine) (**figures 20 et 21**).

Il a été retrouvé 4 flavonol glucosides (diglucoside de quercétine, quercétine 3-O-rutinoside, quercétine 3-O-glucoside et diglucoside de kaempférol) dans l'écorce de tiges d'*A. spinosus*. (40)

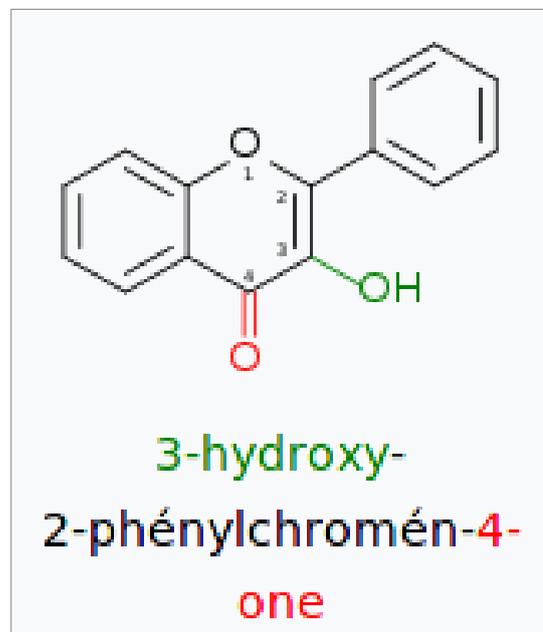


Figure 18. Squelette des flavonoïdes appartenant à la classe des flavonols (42)

5.2.1.3. Résultats de chromatographies en phase liquide de l'extrait méthanolique de graines d'*A. spinosus* et de l'extrait méthanolique de feuilles d'*A. viridis*, révélant la présence de divers flavonoïdes et acides phénoliques

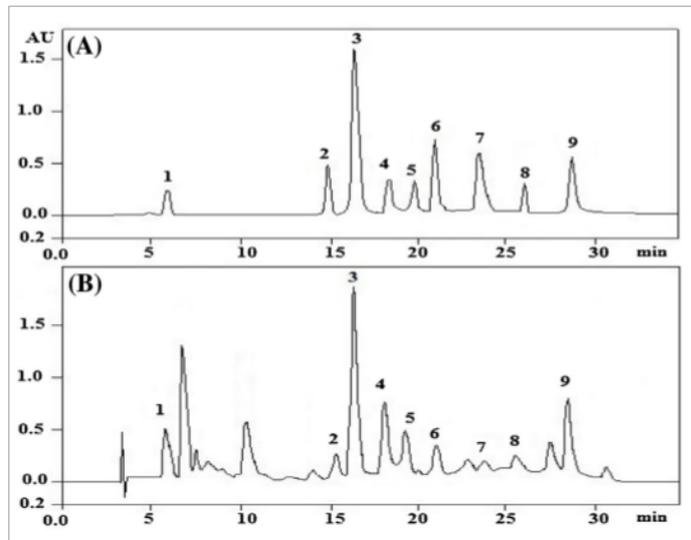


Figure 19. Profil HPLC des acides phénoliques ($\lambda = 280 \text{ nm}$) de l'extrait de graine d'*A. spinosus* (A) mélange standard d'acides phénoliques et (B) extrait méthanolique de graine d'*A. spinosus*. Pics : (1) acide gallique, (2) catéchine, (3) acide caféique, (4) épicatechine, (5) acide vanillique, (6) acide protocatéchine, (7) acide férulique, (8) acide coumarique, (9) acide cinnamique (43)

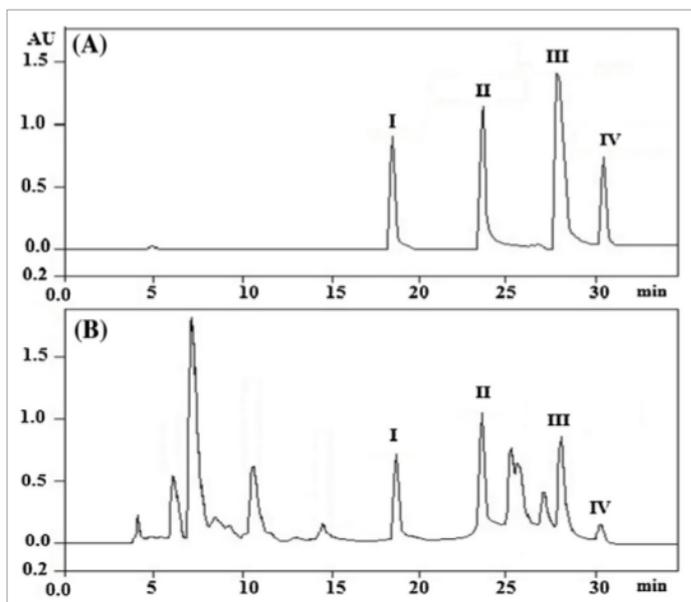


Figure 20. Profil HPLC des flavonoïdes ($\lambda = 360 \text{ nm}$) de l'extrait de graine d'*A. spinosus* (A) mélange standard de flavonoïdes et (B) extrait méthanolique de graine d'*A. spinosus*. Pics : (I) rutine, (II) quercétine, (III) isorhamnétine, (IV) kaempférol et 7 composés inconnus (43)

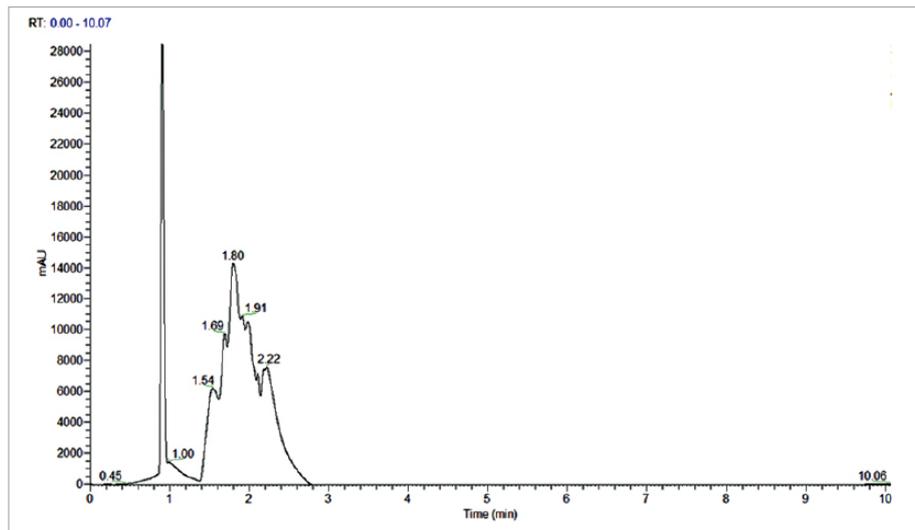


Figure 21. Chromatogramme en phase liquide à ultra haute pression à 354 nm, plage 190–400 nm de l'extrait méthanolique de feuilles d'*A. viridis* : acide férulique (RT 1,54 min), acide chlorogénique (RT 1,91 min), acide gulonique (RT 1,62 min), kaempférol (RT 1,69 min) (44)

5.2.1.4. Comparaison des teneurs en composés phénoliques et flavonoïdes totaux retrouvées dans différentes publications (annexe 1)

Si, à quelques échantillons près, la teneur en composés phénoliques totaux est plutôt constante (aux alentours d'une trentaine de mg/g d'EAG pour la majorité des extraits méthanoliques sur la matière sèche), on constate une plus grande variabilité des résultats en fonction des échantillons concernant les flavonoïdes totaux. En outre, les résultats varient beaucoup en fonction du mode d'extraction. Ainsi, extrait-on environ deux fois plus de flavonoïdes dans les graines d'*A. viridis* avec une solution à 100 % de méthanol qu'avec une solution à 80 % de méthanol. Les taux de flavonoïdes totaux sont également difficilement comparables car exprimés dans trois unités différentes.

La présence de ces composés dans les plantes est corrélée à une activité anti-oxydante. Cependant, il existe des plantes bien plus intéressantes à ce niveau, comme *Zanthoxylum rhetsa* (53) et, dans la famille des Amaranthaceae, *A. viridis* et *spinousus* sont loin d'être les plus anti-oxydantes. (54)

5.2.2 Bétalaïnes

Les bétalaïnes, du nom latin de la betterave (*Beta vulgaris* - *Amaranthaceae*) à partir de laquelle elles ont été pour la première fois extraites et caractérisées, sont des pigments anti-oxydants dont la couleur varie du jaune foncé au violet intense. Elles

sont présentes dans la plupart des familles de plantes appartenant à l'ordre des *Caryophyllales* à la place des anthocyanes retrouvées chez les autres angiospermes. La présence de ces bétalaïnes qui sont des pigments azotés explique que beaucoup de ces plantes soient des plantes rudérales nitrophiles. Certains champignons comme les amanites et les hygrocybes contiennent également des bétalaïnes.

Ce sont des hétérosides, c'est-à-dire des molécules issues de la condensation d'un sucre (glycone) avec une partie aglycone ou génine, ici un chromophore dérivé de l'acide aminé tyrosine. (55)

Dans *A. spinosus*, on retrouve de l'amaranthine (**figure 22**), de l'isoamaranthine, de la bétanine (**figure 22**) et de l'isobétanine. (40)

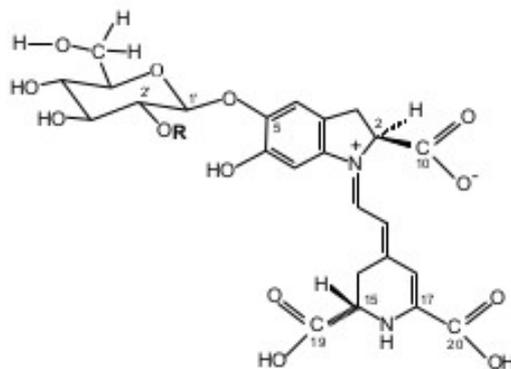


Figure 22. Structure de la bétanine et de l'amaranthine (40)

Si R = H, bétanine ; si R = acide glucuronique, amaranthine

5.2.3 Caroténoïdes

Les caroténoïdes sont des pigments liposolubles orange et jaune aux propriétés anti-oxydantes et photo-protectrices. Il est de notoriété que les légumes à feuilles vertes sont riches en caroténoïdes. (56)

Au Niger, il a été mesuré dans les feuilles d'*A. viridis* 34,4 µg de lutéine par gramme de matière sèche et 13,1 µg de β-carotène par gramme de matière sèche. (57)

Le β-carotène est également un précurseur de la vitamine A, vitamine impliquée dans la croissance des os, de la peau et des muqueuses, dans le fonctionnement de la vision et dans la prévention des infections. (58) La carence en vitamine A peut provoquer la cécité et augmente le taux de mortalité due à des maladies comme la

rougeole notamment chez l'enfant. (59) D'après l'Unicef, « La carence en vitamine A touche environ un tiers des enfants vivant dans les régions à faible et moyen revenu, principalement en Afrique subsaharienne et en Asie du Sud . La carence en vitamine A affaiblit le système immunitaire et accroît les risques qu'un enfant contracte des infections comme la rougeole et des maladies diarrhéiques et en meure. » (60)

La consommation de légumes à feuilles vertes comme l'amaranthe semble donc intéressante pour diminuer ce risque de carence.

La consommation d'une matière grasse au cours du même repas sera nécessaire pour potentialiser l'absorption de cette provitamine liposoluble. (61)

La lutéine est un caroténoïde jaune clair à orange foncé en fonction de sa concentration. Elle est notamment présente au niveau de la rétine où sa plus forte concentration se trouve dans la macula, zone responsable de la vision centrale. Une bonne pigmentation de la macula grâce à la lutéine diminuerait le risque de D.M.L.A. (Dégénérescence Maculaire Liée à l'Âge) en réduisant l'impact des radicaux libres sur la rétine. La lutéine permettrait également de réduire le risque de cataracte en protégeant les protéines et les lipides du cristallin de l'oxydation. (62)

5.2.4 Vitamine C

La vitamine C est une vitamine antioxydante qui joue également un rôle dans la défense contre les infections, la cicatrisation et l'assimilation du fer. (63)

On peut retrouver la vitamine C sous forme oxydée (acide déhydroascorbique) ou réduite (acide ascorbique). La forme dominante dans les feuilles d'amaranthes est l'acide ascorbique (55 à 99 % de la teneur totale en vitamine C). *A. viridis* contient environ deux fois plus de vitamine C qu'*A. spinosus* ($1,3 \pm 0,057$ contre $0,63 \pm 0,082$ mg/g de feuilles fraîches) mais toutes deux sont néanmoins plus riches que les épinards ou le kale. (36) Ces taux se rapprochent de ceux retrouvés dans les kiwis ($0,927$ mg/g de MF) réputés riches en vitamine C. (64)

Actuellement, l'ANSES (agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) recommande la consommation de 110 mg par jour de vitamine C pour un adulte. (64)

Les feuilles d'amaranthes constituent donc une excellente source de vitamine C (à condition de ne pas les cuire trop longtemps...).

5.3 Micronutriments autres que la vitamine C

Il n'y a pas suffisamment de données concernant *A. spinosus* pour pouvoir comparer d'autant que, sur les deux échantillons cités, l'un est analysé à partir de la matière fraîche, et l'autre à partir de la matière sèche. (**annexe 2**)

Concernant *A. viridis*, on a deux échantillons analysés à partir de la matière sèche mais issus de la même étude (avec deux méthodes de séchage) et montrant des résultats proches, et trois échantillons analysés à partir de la matière fraîche dont l'un présente des résultats extrêmement éloignés des autres (surligné en rouge dans le tableau, **annexe 2**). Même en excluant cet échantillon, les résultats restent très variables, à part pour le cuivre, le zinc, le manganèse et le potassium.

Diverses hypothèses peuvent être soulevées pour tenter d'expliquer ces variations : apports variables de nutriments à la plante en fonction du sol sur lequel elle a poussé, origine géographique (sol mais également saison, climat, variations génétiques etc.), procédures de récolte et d'extraction et d'analyse des échantillons...

En outre, les feuilles d'amaranthes étant consommées fraîches, on ne peut se baser sur des résultats exprimés sur la MS pour juger de la qualité de leur apport nutritionnel.

Le taux de fer semble plus ou moins intéressant selon les échantillons, de 1,5 à 5,4 mg/100g dans la MF (**annexe 2**), ce qui correspond en moyenne au taux de fer retrouvé dans les épinards crus (3,61 mg/100g de MF) (65). Il aurait fallu que ce taux avoisine les 5 mg/100g dans la MF pour qu'on puisse considérer que ces amarantes sont riches en fer (65), ce qui est le cas d'un seul échantillon (34). La problématique du fer sera revue dans la partie « ethnobotanique » (6.2.1).

Les amarantes apportent du calcium, de 150 à 260 mg/100g dans la MF (**annexe 2**). Les résultats montrant les taux les plus élevés permettraient de dire qu'elles sont riches en calcium (apport similaire à celui fourni par les amandes, 248 mg/100g, reconnues pour leur richesse en calcium (66) mais ce sont ceux issus d'une culture sur sol synthétique et vermiculite (36).

Concernant le magnésium, les taux retrouvés sont extrêmement variables, de 32 à 330 mg/100g dans la MF (**annexe 2**). Les amandes, les noisettes et les noix, connues pour leur richesse en magnésium, contiennent respectivement 232, 138 et 144 mg/100g de MS de ce minéral (67). Là-encore, ce sont les échantillons ayant

poussés sur sol synthétique et vermiculite qui donnent des taux riches en magnésium (36).

En outre, les feuilles d'amaranthes ne peuvent pas constituer une bonne source de calcium et de magnésium de par leur importante teneur en acide oxalique qui gêne la biodisponibilité de ces minéraux. (34)

D'après l'Unicef, « La carence en zinc affaiblit la fonction immunitaire et est associée à une augmentation des risques d'infections gastro-intestinales. Elle est aussi un facteur déterminant dans les décès d'enfants causés par la diarrhée. La carence en zinc est particulièrement fréquente dans les pays à faible revenu en raison de la faible consommation d'aliments riches en zinc et d'une absorption insuffisante. » (60)

La concentration en zinc dans ces amarantes tourne autour de 1 mg/100g de MF (**annexe 2**). Sur le site Aprifel, aucune plante alimentaire n'est considérée comme étant riche en zinc. Celles qui en contiennent le plus sont les amandes, les noisettes, les noix et le thym avec respectivement 2,85 - 2,25 - 2,7 et 1,81 mg/100g de MS. (68) Cependant, la consommation de 300g de feuilles d'*A. viridis* par jour permet de couvrir près de la moitié des besoins journaliers en zinc d'un adulte (8mg). (34) Cet apport n'est donc pas négligeable dans des pays aux ressources alimentaires restreintes.

Le chrome joue un rôle dans le maintien de la glycémie et des taux de cholestérol, ainsi que dans la prévention de l'athérosclérose. Une étude a également suggéré son rôle en tant qu'antioxydant chez les diabétiques de type 2 quand il est combiné à une supplémentation en zinc et en cuivre. (35)

Le chrome est un oligo-élément qui se trouve en très faible proportion dans presque tous les aliments. (35) Il n'est donc pas surprenant d'en retrouver dans les amarantes. Cependant, les données retrouvées ne permettent pas de dire si elles en sont particulièrement riches ou pas.

Le cuivre est un cofacteur indispensable de plusieurs centaines d'enzymes impliquées dans le développement et l'entretien du système cardiovasculaire. (35)

En-dehors du taux aberrant obtenu dans l'étude (35) et du taux plutôt élevé de l'étude (37), on retrouve des teneurs plausibles et intéressantes (de 0,11 à 0,24 mg/100g dans la MF) (**annexe 2**). Sur le site Aprifel, ces valeurs correspondent à celles des fruits et légumes considérés comme étant des sources de cuivre sans en

être particulièrement riches. (69) Les amarantes ne sont donc à priori pas particulièrement riches en cuivre mais elles en sont néanmoins une source.

Le sélénium est un composant de la glutathion peroxydase. Le rôle le plus important du glutathion sous forme réduite est celui d'anti-oxydant, protégeant les cellules et les tissus contre les espèces réactives de l'oxygène. (35)

En-dehors des valeurs aberrantes de l'étude (35), les seules données retrouvées (**annexe 2**) ne permettent pas de conclure quant à la teneur en sélénium de ces amarantes.

Avec des taux de 620 à 670 mg/100g de MF (**annexe 2**), les amarantes étudiées sont riches en potassium puisque ces teneurs s'apparentent à celles de l'amande, de la noix de coco et du thym (respectivement 668, 647 et 609 mg/100g de MS), aliments classés comme étant riches en potassium. (70)

En outre, les autorités de santé européennes autorisent les aliments et compléments alimentaires contenant au moins 300 mg de potassium pour 100 g ou 100 mL ou par portion, à arborer les allégations santé suivantes : « Contribue :

- au fonctionnement normal du système nerveux,
- au fonctionnement normal des muscles et de la transmission neuromusculaire,
- au maintien d'une pression artérielle normale. » (71)

Le manganèse est un composant de nombreuses enzymes dont la manganèse-spécifique glycosyltransférase et la phosphoenolpyruvate carboxykinase, et est essentiel pour la structure osseuse. (35)

La teneur en manganèse de ces amarantes sur la MF (**annexe 2**) s'apparente à celle de la ciboulette qui est un aliment considéré comme étant riche en manganèse (72).

Ces amarantes sont une bonne source de manganèse mais aussi de molybdène. (36)

Il faudra tenir compte du fait que les amarantes contiennent des anti-nutriments comme les agents chélatant naturels que sont les phytates, les oxalates et les tannins, qui peuvent nuire à l'assimilation des minéraux. (57)

On retrouve également des vitamines B (B2 ou riboflavine, B1 ou thiamine, B3 ou niacine) dans les feuilles d'*Amaranthus viridis* L. (73)

5.4 Protéines

La teneur en protéines des feuilles d'*A. viridis* est de 24 g pour 100 g de MS. (57)

La teneur moyenne en protéines des feuilles d'amaranthes est de 3,5 g pour 100 g, et celle des graines de 15 g pour 100 g, de portion comestible non cuisinée. (38)

On retrouve dix huit acides aminés dans les amaranthes : l'acide aspartique (ou aspartate), l'acide glutamique (ou glutamate), la sérine, la glycine, l'histidine, l'arginine, la thréonine, l'alanine, la proline, la tyrosine, la valine, la méthionine, la cystéine, l'isoleucine, la leucine, la phénylalanine, la lysine et le tryptophane. (38,57)

Parmi ces acides aminés, huit sont considérés comme essentiels chez l'adulte : l'isoleucine, la leucine, la lysine, la méthionine, la phénylalanine, la thréonine, le tryptophane, la valine. L'arginine et surtout l'histidine sont essentielles chez le nourrisson. (74)

Teneur en acides aminés essentiels de feuilles d'*A. viridis* récoltées au Niger par rapport à l'idéal selon le WHO (World Health Organization = organisation mondiale pour la santé) en pourcentage (l'idéal étant basé sur les besoins d'un enfant d'âge préscolaire) : (57)

- | | |
|--------------------|-----------------------|
| - Isoleucine : 136 | - Phénylalanine : 165 |
| - Leucine:126 | - Thréonine : 114 |
| - Lysine : 99 | - Tryptophane : 238 |
| - Méthionine : 96 | - Valine : 131 |

Si la composition en acides aminés des protéines des amaranthes est nutritionnellement très intéressante, la teneur en protéines des feuilles reste trop faible pour espérer satisfaire les besoins en protéines d'un adulte (entre 0,83 et 1,2 g/kg/jour (75)). Les graines paraissent plus riches en protéines mais il ne faut pas oublier qu'elles sont dix fois moins riches en eau... En outre, concernant *A. viridis* et *A. spinosus*, ce sont essentiellement leurs feuilles qui sont consommées à travers le monde. Néanmoins, la consommation d'une portion de 100 g (avant cuisson) de graines d'amaranthe constitue un apport protéique d'excellente qualité.

5.5 Lipides

Chez les amaranthes, il y a en moyenne 0,5 % de lipides dans les feuilles crues et 7,02 % dans les graines crues (38). La quantité contenue dans les feuilles est donc

négligeable. Comme pour les protéines, seules les graines pourront avoir un réel intérêt nutritionnel si l'on en mange suffisamment...

En revanche, cet apport lipidique sera d'excellente qualité puisque l'on y retrouve une proportion importante d'acide α -linoléique (ALA) :

11,1 mg/g de MS dans les feuilles d'*A. viridis* (57), 42 mg/100g de MF dans les graines d'amaranthes crues. (38)

L'ALA est un acide gras polyinsaturé ω 3. C'est un acide gras essentiel car il n'est pas synthétisé par les mammifères. (76)

5.6 Autres composants

L'analyse chimique d'*A. viridis* extrait par le dichlorométhane a révélé la présence de squalène, trilinoléine, polyprénol et phytol dans les feuilles, de spinastérol et squalène dans les tiges, et de spinastérol dans les racines.

Le spinastérol a des propriétés anti-tumorogènes, anti-inflammatoires, anti-microbiennes ainsi que des activités anti-cancer sur le sein, les ovaires et le col de l'utérus.

Le squalène a révélé une activité d'inhibition de la tumorigenèse sur le colon, les poumons et la peau. Il est également connu comme anti-oxydant.

La trilinoléine inhiberait le cancer du poumon et possède des propriétés anti-inflammatoires, inhibitrices de l'agrégation plaquettaire et hémostatiques.

Il a été prouvé que le polyprénol a une activité anti-cancéreuse sur les cellules du cancer du sein, et qu'il peut également stimuler le système immunitaire.

Les constituants chimiques d'*A. viridis* auraient donc des propriétés anti-cancéreuses. (77)

Au Vietnam, c'est un mélange de tiges et de feuilles d'*A. viridis* qui a été analysé. On y a retrouvé du spinastérol comme dans l'analyse précédente, mais aussi du triacontanol, de l'acide palmitique, du cycloeucaoléol, du cholestérol, de l'acide oleanolique et de l'acide 3,4-seco-Olean-12-en-4-ol-3,28-dicarboxylique. Dans cette étude, le spinastérol n'a pas révélé de cytotoxicité sur des lignées cellulaires cancéreuses humaines de carcinome épidermique, de carcinome hépatocellulaire, de carcinome pulmonaire et de cancer du sein. Seul l'acide 3,4-seco-Olean-12-en-4-ol-3,28-dicarboxylique a montré une cytotoxicité modérée sur ces lignées cancéreuses. (78)

En Inde, un phytoecdystéroïde, l'amastérol, a été isolé des racines d'*A. viridis*. (79)

6 ETHNOBOTANIQUE

Depuis des milliers d'années l'être humain a puisé dans la nature les remèdes nécessaires pour se guérir ou améliorer sa santé. De nombreuses molécules pharmaceutiques modernes ont d'ailleurs été isolées de plantes curatives utilisées traditionnellement. (80) Dans les pays en voie de développement, environ 80 % des personnes dépendent toujours des médecines traditionnelles pour leurs soins courants de santé. Dans les pays développés, les patients se tournent de plus en plus vers les remèdes dits « naturels », notamment ceux qui redoutent l'utilisation de ce qui est synthétisé en laboratoire et qu'ils appellent « chimique ». (81)

6.1 Dans les Mascareignes

À l'île Maurice et à l'île Rodrigues, le jus extrait d'*A. spinosus* que l'on appelle localement « brède malbar à piquant » ou « brède malabar à piquant » est utilisé comme diurétique, et les feuilles servent à confectionner un cataplasme émollient. (82,83)

À l'île Maurice, les feuilles d'*A. spinosus* sont également utilisées comme emménagogue, et la plante entière contre les maladies vénériennes et l'eczéma. (83)

Sur l'île de la Réunion, les brèdes en général sont réputées diurétiques. Les réunionnais les utilisent pour se rafraîchir, nettoyer l'estomac, calmer et apaiser. Elles sont conseillées aux personnes âgées, aux jeunes enfants et aux personnes dont l'estomac se trouve dérangé par une cuisine grasse et épicée. (2)

Dans un reportage diffusé sur Réunion 1ère le 15 mars 2019, Raymond Lucas, un « naturaliste » président de l'association « Les amis de plantes et de la nature » expose les bienfaits des brèdes payatèr (terme sous lequel il désigne toutes les amarantes retrouvées et consommées depuis longtemps à la Réunion). Il conseille les feuilles comme source de « protéines vertes », notamment pour les végétariens. Il y a en effet beaucoup de végétariens sur l'île, en raison notamment de la présence d'une communauté d'origine indienne. Il s'attarde surtout sur les vertus anti-infectieuses et anti-inflammatoires des racines en décoction au niveau du système urinaire. D'après lui, la tisane obtenue permet de nettoyer le système urinaire en environ trois jours. Il finit son intervention en conseillant la décoction de racines de brèdes zépine (*A. spinosus*) contre les pertes blanches. (84)

D'après « Végétaux sauvages & comestibles de la Réunion et de l'Océan Indien » rédigé par Olivier Fontaine, président du Centre d'Enseignement en Forêt Tropicale, « l'amarante est utilisée en décoction contre les affections urinaires, les calculs, gravelles et toutes lithiases, en cataplasme contre les maux de ventre, et en bain contre l'eczéma. » (85)

Il est difficile de connaître les espèces utilisées car certaines amarantes se ressemblent énormément, sans compter que certaines espèces peuvent s'hybrider entre elles... Sur l'île de la Réunion, les amarantes traditionnellement consommées sont le plus fréquemment désignées sous le terme « brèdes pariétaires » bien que ces plantes n'en soient pas. On entend également souvent les termes brèdes paillatèr, payatèr ou pouyatèr, qui signifient en créole « que l'on ramasse à terre », puisque ce sont à la base des adventices qu'il suffit de ramasser. Cependant, avec l'utilisation des herbicides, ces mauvaises herbes se faisant de moins en moins fréquentes dans les champs, il devient nécessaire de les cultiver pour pouvoir les vendre et les consommer. On en trouve encore parfois saisonnièrement sur les marchés, mais c'est plutôt rare.

6.2 En Afrique

6.2.1 En Côte d'Ivoire

Traitement de l'anémie :

L'anémie est l'un des troubles sanguins les plus répandus, elle touche des populations de tous âges à travers le monde. C'est un problème de santé publique à la fois dans les pays pauvres et dans les pays riches. Cependant, son incidence est plus importante dans les pays en voie de développement que dans les pays développés à cause de la pauvreté et du manque d'hygiène. La situation est aggravée par les carences nutritionnelles et la prévalence élevée des infections parasitaires gastro-intestinales qui entraînent une perte de sang. Le paludisme et les hémoglobinopathies sont également en cause.

Sous les tropiques, à cause de l'endémie du paludisme, entre 10 et 20 % de la population présente moins de 10 g/dL d'hémoglobine, alors que les valeurs références sont de 12 g/dL pour les femmes et les enfants, et de 13 g/dL pour les hommes. (86)

Au niveau nutritionnel, la principale cause d'anémie est la carence en fer. Les personnes à risque sont les personnes âgées, les jeunes femmes en âge de

procréer et les enfants. L'anémie ferriprive peut entraîner une issue défavorable de la grossesse, baisser les défenses immunitaires, et a été reconnue comme un facteur important de déficit cognitif chez les nourrissons et les jeunes enfants. L'anémie a également des conséquences économiques parce qu'elle peut avoir des répercussions sur la performance et la productivité au travail. (86)

Les programmes de contrôle de la carence en fer n'ont pas réussi à réduire le nombre de personnes carencées dans les pays en voie de développement à cause de programmes de supplémentation infructueux, de la faible absorption de certains composés utilisés pour la supplémentation en fer, et de la présence d'autres facteurs de santé compliquant comme la carence en vitamine A. (86)

Bien qu'il y ait de nombreux médicaments disponibles pour le traitement de l'anémie, ils ne sont pas souvent abordables pour les personnes à faibles ressources en Côte d'Ivoire. De plus, comme dans beaucoup de régions isolées au Nigeria, les populations n'ont toujours pas accès à des médicaments de qualité et dépendent donc des médecines traditionnelles pour le traitement de l'anémie. (86)

A. spinosus fait partie des onze plantes traditionnellement les plus utilisées dans le nord et le sud-est de la Côte d'Ivoire dans le traitement de l'anémie. Elle est utilisée sous forme de décoction ingérée par voie orale. Elle est également prescrite contre la toux. (86)

Dans une étude réalisée dans cette région il a été mesuré 236,6 mg de fer pour 100 g de plante entière sèche. Même si la plante fraîche contient 80 à 90 % d'humidité, son taux de fer reste néanmoins très intéressant. (86)

Si l'on compare avec les plantes les plus riches en fer couramment consommées, le persil n'en contient en moyenne que 4,67 mg pour 100 g de plante fraîche, le basilic 5,24 mg, la menthe 8,48 mg, le thym 17,5 mg. (65) En outre, ces plantes, très aromatiques, sont toujours consommées en petites quantités. Les amarantes sont plutôt cuisinées et consommées à la manière des épinards, qui sont eux encore moins riches en fer que ces plantes aromatiques : 3,61 mg/100 g de plante crue et 2,14 mg/100 g de plante cuite, sans parler des lentilles pourtant réputées riches en fer qui n'en contiennent que 1,59 mg/100 g une fois cuites. (65)

Cependant, d'autres études ont trouvé dans *A. spinosus* des taux de fer largement inférieurs à celui obtenu dans cette étude réalisée en Côte d'Ivoire, mais les mesures ont été faites à partir des feuilles de la plante et non de la plante entière. (36,37)

Les propriétés anti-anémiques d'*A. spinosus* n'ont jamais été étudiées. En outre, des facteurs autres que la teneur en fer doivent être pris en compte, notamment la présence de substances pouvant modifier l'absorption du fer (oxalates et vitamine C présents dans la plante par exemple, dont les uns freineront l'absorption et l'autre l'améliorera) ou avoir elles-mêmes des propriétés anti-anémiques (alcaloïdes, flavonoïdes, saponines, tannins, calcium, zinc, vitamines C et K...). (86)

En gynéco-obstétrique :

Dans le département d'Agboville, les feuilles d'*A. viridis* sont pétries avec de la muscade et de l'eau et administrées sous forme de purge à visée anti-abortive. (87)

6.2.2 Au Nigeria

La médecine traditionnelle occupe une place prééminente dans la culture africaine. Au Nigeria, des milliers de plantes sont utilisés depuis des siècles. Les herboristes sont le plus souvent des personnes âgées en zones rurales dont le savoir risque de disparaître avec eux. Une infusion de feuilles d'*A. spinosus* (Iseruen) est préparée avec une cuillerée à soupe de sel et est administrée à raison d'un verre trois fois par jour pendant trois jours, ceci afin de traiter les douleurs abdominales ainsi que les ulcérations de la gorge et de la bouche. (88)

6.2.3 Au Burkina Faso

A. spinosus est traditionnellement utilisée pour traiter le paludisme et les infections microbiennes. Environ un litre de décoction d'écorce de tiges est administré trois fois par jour. (89)

6.3 Dans le sous-continent indien

6.3.1 Au Pakistan

L'usage traditionnel des plantes médicinales dans la zone indo-pakistanaise est appelée médecine unani ou médecine ayurvédique. (90)

On a estimé qu'environ 200 plantes sont utilisées au Pakistan à des fins médicales par les communautés indigènes dont *A. viridis*. Les tiges et les feuilles sont cuites comme légumes et utilisées contre la toux, l'inflammation, et comme diurétique. (91)

À la frontière entre le Pakistan et l'Afghanistan, une étude concernant l'ethnogynécologie a été réalisée auprès d'indigènes vivant dans une région tribale, les Pachtounes. Dans cette région rurale, les femmes sont confrontées à des problèmes gynécologiques liés à la pauvreté, à la famine et aux travaux physiques intensifs même pendant la grossesse. Au Pakistan, environ 600 plantes seraient utilisées à des fins médicinales.

Le savoir ethnogynécologique est détenu par les femmes les plus âgées, les sage-femmes et des phytothérapeutes appelés « hakims ». Parmi les femmes, toutes avaient entre 50 et 70 ans, et les jeunes générations ne détenaient aucun savoir à ce sujet et étaient totalement désintéressées par le fait d'en acquérir. Rappelons que là-bas, de part leur culture et religion, les femmes n'ont aucune instruction. En revanche, les « hakims » sont diplômés.

En raison du faible taux d'alphabétisation, du manque d'installations médicales et de la pauvreté, les locaux sont dépendants des plantes médicinales. En outre, les femmes font davantage confiance aux médecines traditionnelles qu'aux thérapies modernes. Pourtant ce savoir risque de disparaître.

A. spinosus (Azghkay en pachto) est utilisé sous forme de décoction de la plante entière pour traiter les aménorrhées ; *A. viridis* (Gunhar en pachto), toujours sous forme de décoction de la plante entière pour les problèmes liés aux menstruations (mais il n'est pas précisé lesquels). La durée d'ébullition n'est pas précisée, mais il est bien précisé décoction alors que d'autres plantes sont utilisées en infusion dans l'article. (92)

Dans le district de Swabi, au Pakistan, les plantes médicinales sont toujours largement utilisées. La médecine allopathique moderne n'étant pas à la portée de tous, les habitants en sont majoritairement dépendants pour leur santé. Le savoir au sujet de ces plantes reste donc encore bien présent .

Les données ont été collectées auprès de guérisseurs et d'habitants de la région, notamment les personnes âgées, les « hakims » et d'autres professionnels.

Les grains de pollen d'*A. spinosus* (Chalvere en Pushto) sont extraits et utilisés pour traiter les rhinites et l'asthme, tandis que les racines séchées sont employées comme remède contre la ménorrhée. L'article ne révèle pas le mode d'administration de ces plantes. (90)

Il semblerait donc qu'*A. spinosus* soit utilisé à la fois contre les aménorrhées à la frontière indo-pakistanaise, et contre les ménorrhées dans le district de Swabi au Pakistan...

6.3.2 En Inde

Dans le système de médecine traditionnelle indienne (Ayurveda), *A. spinosus* est utilisé comme antidiabétique, antipyrétique, laxatif, diurétique, anti-léprotique, anti-gonorrhéique, dans les maladies du sang, digestives, la bronchite, les hémorroïdes. Certaines tribus indiennes l'utilisent pour provoquer l'avortement. Les tribus du Kerala utilisaient son jus pour éviter le gonflement autour de l'estomac, tandis que les feuilles sont bouillies sans sel et consommées pendant 2 à 3 jours pour guérir la jaunisse. (93)

La racine est utilisée comme laxatif et abortif, ainsi que comme émétique. (83)

La décoction de la plante entière d'*A. viridis* est utilisée pour traiter la dysenterie et l'inflammation. Parmi les autres utilisations traditionnelles d'*A. viridis* on peut également citer celles-ci : diurétique, anti-rhumatismal, anti-ulcéreux, laxatif, anti-lépreux et également pour traiter des problèmes respiratoires. (73)

Les feuilles d'*A. viridis* (chulai) sont moulues avec les fruits du poivrier (*Piper nigrum*) et du sel pour former une pâte qui est prise pendant sept jours pour évacuer les vers de l'estomac et améliorer la digestion. (94)

6.3.3 Au Népal

Les graines d'*A. viridis* étaient utilisées pour réduire les douleurs au travail et traiter les problèmes d'estomac tandis que le jus de racine sert à lutter contre l'inflammation durant la constipation et la miction. (73)

6.4 En Asie

6.4.1 En Chine et à Taïwan

En médecine traditionnelle chinoise, ou en tant que légume sauvage en Chine et à Taïwan, *A. spinosus* est consommée pour traiter le diabète. (95) La plante entière est également utilisée en Chine contre la diarrhée, la dysenterie, la fièvre et l'eczéma. (83) *A. viridis* est utilisée comme émollient et comme vermifuge. (73)

6.4.2 En Malaisie

A. spinosus (Bayam berduri) est utilisé contre les troubles gastriques (80), ainsi que comme expectorant et pour soulager la respiration en cas de bronchite aiguë (16).

6.4.3 En Thaïlande

La décoction de racines d'*A. spinosus* est utilisée pour traiter la gonorrhée, comme emménagogue et comme antipyrétique. (16)

Dans le sud de la Thaïlande *A. spinosus* (Phak khom nam) et *A. viridis* (Phak khom hat) sont administrés sous la forme de plante entière en décoction à boire contre les aphtes. (L'article utilise le terme décoction mais ne précise pas la durée d'ébullition.) Ce sont les plantes les plus fréquemment utilisées là-bas dans cette indication.

Les plantes ayant des vertus médicinales prennent toute leur importance dans ces régions du fait du manque de ressources médicales publiques. (96)

6.4.4 Aux Philippines

La décoction de racines d'*A. spinosus* est également utilisée pour traiter la gonorrhée, comme emménagogue et comme antipyrétique. (16)

Les Negritos des Philippines appliquent les feuilles broyées d'*A. viridis* pour traiter l'eczéma, le psoriasis et les éruptions cutanées. Des cataplasmes de feuilles sont utilisés pour traiter les inflammations, les furoncles et les abcès. (73)

6.5 Traitement des morsures de serpent et piqûres de scorpion

La morsure de serpent est une blessure liée à des toxines causant une mortalité substantielle dans de nombreuses régions d'Afrique, d'Asie et d'Amérique. Cette blessure affecte particulièrement les jeunes gens occupés à des travaux physiques dans les zones rurales. Les antisérums ne protègent pas suffisamment contre les réactions d'hémorragie, de nécrose, de néphrotoxicité et d'hypersensibilité induites par les venins, et les plantes utilisées traditionnellement constituent un potentiel considérable de découverte de nouveaux composés avec moins d'effets secondaires, et une source de médicaments plus abordables et plus facilement disponibles. (97) En outre, les anti-venins possèdent des effets secondaires, sont coûteux, longs à développer et nécessitent des conditions strictes et spécifiques pour un stockage sur le long terme. (98)

6.5.1 Au Bangladesh

À cause de sa position géographique et de ses conditions climatiques, c'est un problème de santé publique malheureusement négligé au Bangladesh. Il touche

généralement les personnes travaillant à l'extérieur, mais aussi parfois celles qui se déplacent sur les sentiers ou qui dorment au sol. Pendant la mousson, le nombre de morsures augmente car les serpents quittent leurs abris. Les serpents se plaisent également dans les maisons car elles sont faites de terre et non de briques, et qu'on y stocke du grain et du bétail.

Le traitement des morsures de serpent au Bangladesh était essentiellement l'affaire des charmeurs de serpents (Ozha), les gens se contentant de leurs approches traditionnelles à base de garrot serré, de multiples incisions au site de morsure, d'application de produits à base de plantes et de divers rituels. L'issue dépendait de la chance... Même les experts médicaux n'étaient pas très au fait des approches scientifiques quant au traitement de ces morsures.

Le seul traitement disponible que nous offre la science moderne est l'usage de l'anti-venin qui a été développé en 1895 par Albert Calmette, un scientifique de l'Institut Pasteur, contre le cobra indien (*Naja naja*).

Néanmoins, ce sont les thérapeutes traditionnels (plus spécialement les guérisseurs âgés et/ou inspirés par les esprits) qui sont en première ligne lors des morsures ; et si ces thérapies ne sont pas bien comprises et de nature occulte et mystique, le témoignage direct des victimes confirme le succès de leurs traitements.

L'autre alternative est le recours à la médecine traditionnelle populaire qui utilise de nombreuses plantes et qui est pratiquées par les Kavirajes.

En effet, certaines régions du Bangladesh n'ont pas accès aux thérapies modernes. Parmi les nombreuses plantes utilisées par ces Kavirajes, on trouve *A. viridis* (Gandhori ara) sous forme de plante entière. (97)

6.5.2 En Inde

Comme au Bangladesh, on y retrouve beaucoup de serpents venimeux et un problème d'accès rapide aux soins modernes (problème de coût et de disponibilité).

La médecine traditionnelle s'appelle l'Ayurveda et son praticien le Vaidya. Beaucoup de personnes âgées sont également familières avec l'utilisation des plantes médicinales.

Parmi les nombreuses plantes utilisées, les feuilles d'*A. spinosus* (Kateli, Mullikeerai, Kateli, Chaurai, Kanta-bhaji, Kateli-chaulai) et les feuilles et/ou les tiges d'*A. viridis* (Khutora, Chaulai) sont appliquées localement sous forme de pâte. (98)

6.5.3 En Arabie Saoudite

Les modalités de traitement de la piqûre de scorpion incluent des anti-venins, des antidotes chimiques et de la phytothérapie, avec différents degrés d'efficacité et d'effets secondaires. Cette phytothérapie ne présente pas d'effets secondaires, contrairement aux anti-venins et aux antidotes chimiques.

Les symptômes de l'envenimation par le scorpion sont la douleur sévère et les réactions inflammatoires. Même si cela reste rare, la synergie des anomalies cardiaques, respiratoires et métaboliques peut entraîner une défaillance multi-systémique conduisant parfois à la mort.

La culture de plantes susceptibles de constituer une « trousse de premiers secours » lors de l'envenimation par un scorpion pourrait être encouragée auprès du public.

Parmi les nombreuses plantes utilisées, les feuilles, les tiges et les racines d'*A. spinosus* sont prises par voie orale, tandis que les feuilles d'*A. viridis* sont utilisées comme émollient sur la piqûre de scorpion. (99)

7 PROPRIÉTÉS THÉRAPEUTIQUES

7.1 Anti-cancérigène

D'après la définition de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), « Le terme général de «cancer» s'applique à un grand groupe de maladies pouvant toucher n'importe quelle partie de l'organisme. On parle aussi de tumeurs malignes ou de néoplasmes. L'un des traits caractéristiques du cancer est la prolifération rapide de cellules anormales qui, au-delà de leur délimitation habituelle, peuvent envahir des parties adjacentes de l'organisme, puis essaimer dans d'autres organes. On parle alors de métastases, celles-ci étant la principale cause de décès par cancer.

Le cancer est une cause majeure de décès dans le monde à l'origine de 8,8 millions de décès en 2015. Les principaux types de cancer sont les suivants:

- cancer du poumon (1,69 million de décès);
- cancer du foie (788 000 décès);
- cancer colorectal (774 000 décès);
- cancer de l'estomac (754 000 décès);
- cancer du sein (571 000 décès). » (100)

La chimiothérapie est la méthode thérapeutique la plus efficace, mais la plupart des patients souffrent de sa toxicité et de ses effets secondaires. (101)

« L'incidence des cancers à la Réunion est globalement plus faible que celle observée en France métropolitaine. Cependant, certaines localisations tumorales sont surreprésentées, tels les cancers de l'estomac, du col de l'utérus, des voies aéro-digestives supérieures chez l'homme, ou d'autres en forte augmentation tels les cancers du côlon-rectum. » (102)

7.1.1 **Génotoxicité et/ou stimulation de l'apoptose**

Un acide gras isolé de *A. spinosus* serait un puissant inhibiteur de croissance des cellules cancéreuses HepG2 (lignée de cellules cancéreuses de foie humain) en culture, et serait également impliqué dans leur apoptose.

L'apoptose ou mort cellulaire programmée, est le processus par lequel des cellules s'autodétruisent sous l'impulsion d'un signal. C'est une réponse biologique bien connue exprimée par les cellules qui ont subi des dommages de leur ADN, et c'est

un marqueur utile pour choisir parmi des composés ceux dont le développement ultérieur en tant qu'agent anticancéreux est possible. (103)

Cet acide gras est le (14E,18E,22E,26E)-methyl nonacosa-14,18,22,26 tetraenoate (**figure 23**). (101)

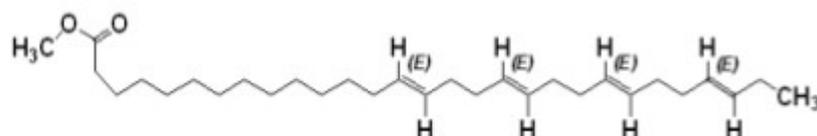


Figure 23. Structure d'un acide gras isolé de *A. spinosus* (101)

En outre, son efficacité serait peu ou prou la même que celle de la doxorubicine (**figure 24**).

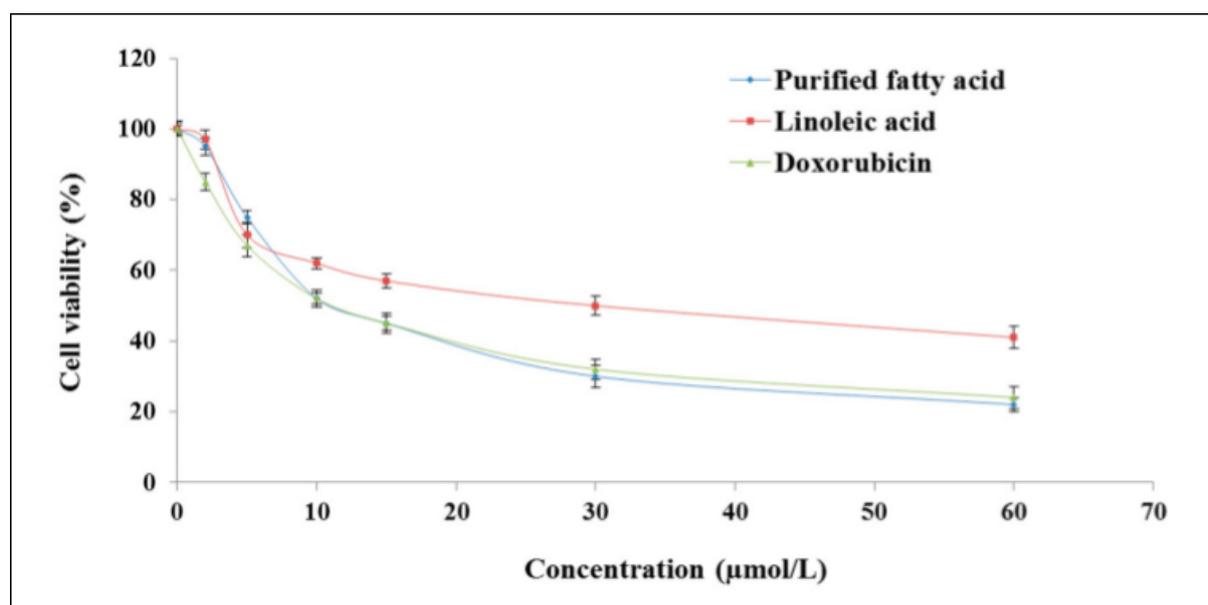


Figure 24. Effets cytotoxiques in vitro de l'acide gras purifié d'*A. spinosus*, de l'acide linoléique et de la doxorubicine dans des cellules HepG2. Les cellules HepG2 ont étéensemencées sur une plaque de 96 puits à raison de 10 000 cellules par puits, 24 heures avant l'ajout de chaque substance testée. Après 48 heures d'incubation avec chaque extrait à tester, la prolifération cellulaire a été déterminée avec le MTT (3-[4,5-dimethylthiazol-2-yl]-2,5-diphenyltetrazolium). Chaque point de données représente une moyenne \pm l'écart type, basée sur quatre déterminations dans trois à cinq expériences indépendantes. (101)

Légende : Cell viability = viabilité cellulaire; Purified fatty acid = acide gras purifié;
Linoleic acid = acide linoléique; Doxorubicin = doxorubicine

Essai de l'extrait aqueux d'*A. spinosus* sur des érythrocytes :

Des érythrocytes humains incubés avec de l'extrait aqueux d'*A. spinosus* montrent des changements morphologiques importants (**figure 25**), les faisant passer d'une forme discoïde normale à une forme échinocytaire. L'apparition de plusieurs protubérances sur la surface de la cellule (bulles de membrane), le rétrécissement de la cellule, et la perte marquée de la concavité centrale, typiques des échinocytes, ont également été observés. Ces changements morphologiques sont typiques de l'apoptose. L'apoptose des érythrocytes se nomme éryptose . L'extrait aqueux d'*A. spinosus* est donc un puissant stimulus de l'éryptose. (103)

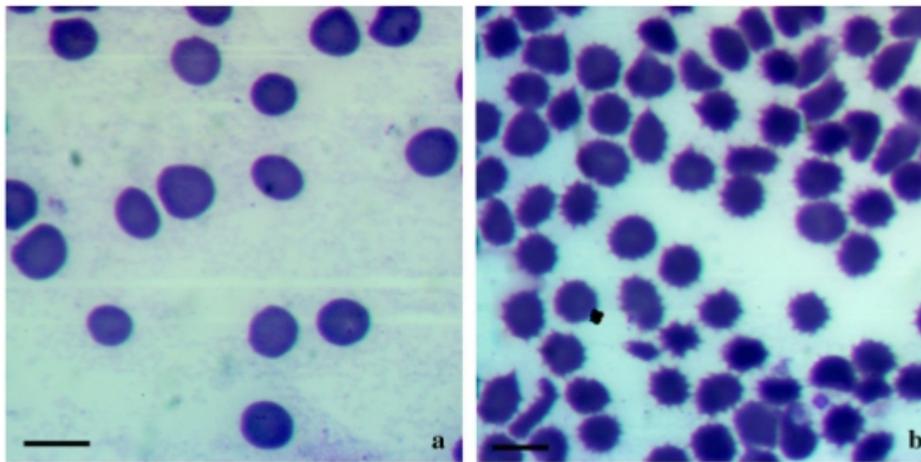


Figure 25. Effet d'un extrait aqueux d'*A. spinosus* sur la morphologie de surface d'érythrocytes humains.

a : témoin montrant des érythrocytes normaux, discoïdes **b** : érythrocytes traités par l'extrait, montrant des bulles de membrane

Échelle : la barre mesure 10 µm

Essai de cytotoxicité de l'extrait aqueux d'*A. spinosus* sur des cellules racinaires méristématiques d'*Allium cepa* :

L'essai cytotoxique a entraîné une apoptose dose-dépendante induisant une toxicité cytogénétique par rupture cytoplasmique (**figure 26 : a à d**), désintégration cytoplasmique (**figure 26 : a, b, s, t**), retrait cytoplasmique (**figure 26 : c, e à g, p**), recul du cytoplasme (**figure 26 : e à g, h, l, q**), vacuolisation cytoplasmique (**figure 26 : i à k**), cellule énucléée (**figure 26 : m**), cellule fantôme (**figure 26 : l**), vacuolisation nucléaire (**figure 26 : w, x**), fragmentation et désintégration nucléaires (**figure 26 : n, o, q, r à v**).

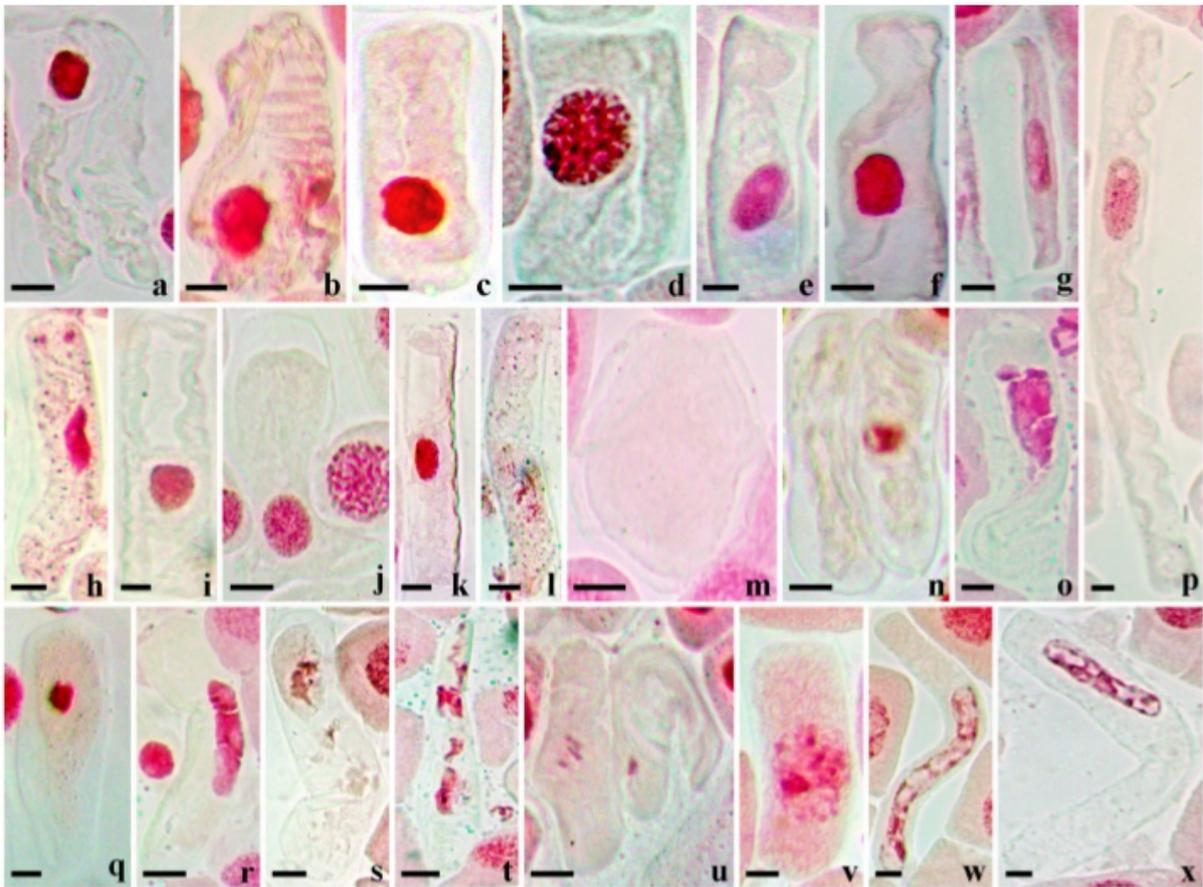


Figure 26. Apoptose induisant des aberrations cytogénétiques provoquée par l'extrait aqueux d'*A. spinosus* sur des cellules méristématiques racinaires d'*Allium cepa*.

a et **b** : rupture et désintégration cytoplasmiques ; **c** : rupture et retrait cytoplasmiques ; **d** : rupture cytoplasmique ; **e** à **g** : rétrécissement cytoplasmique et retrait du contenu ; **h** : cytoplasme fuyant et pic nucléaire ; **i** à **k** : vacuolisation cytoplasmique ; **l** : cellule fantôme montrant un cytoplasme en recul ; **m** : cellule énucléée ; **n** : deux cellules montrant les étapes de la désintégration et de la disparition nucléaires ; **o** et **r** : fragmentation nucléaire ; **p** : cellule géante montrant rétrécissement cytoplasmique et lésion nucléaire ; **q** : désintégration nucléaire et cytoplasme en recul ; **s** et **t** : désintégration cytoplasmique et nucléaire ; **u** : deux cellules montrant les stades de la fragmentation et disparition nucléaires ; **v** : désintégration nucléaire ; **w** et **x** : vacuolisation nucléaire dans des cellules géantes
Échelle : la barre mesure 20 μm

L'évaluation de l'activité apoptotique de l'extrait aqueux d'*A. spinosus* par la méthode de coloration au bleu d'Evan (les cellules ayant leur membrane endommagée étant incapables d'exclure le colorant, elles se retrouvent colorées en bleu) a révélé une induction significative des lésions membranaires et des morts cellulaires ultérieures

dans les cellules méristématiques racinaires d'*Allium cepa*. Cette induction apoptotique s'est révélée dose-dépendante : plus l'extrait testé était concentré, plus le taux de mort cellulaire était important. (103)

L'effet de l'extrait aqueux d'*A. spinosus* sur la fonction mitochondriale des cellules méristématiques racinaires d'*Allium cepa* a été testé à l'aide du TTC (triphényltétrazolium chloride). En effet, l'activité des mitochondries permet de réduire le TTC en TF (triphényl formazan) insoluble et de couleur rouge. Plus l'activité mitochondriale est affectée, plus la coloration rouge est faible. Il a été observé une diminution de l'activité mitochondriale dose-dépendante : plus l'extrait testé était concentré, plus la respiration mitochondriale était faible. Ce dysfonctionnement mitochondrial sévère indique la cytotoxicité possible de l'extrait d'*A. spinosus*. (103)

Une autre étude a calculé l'index mitotique de cellules méristématiques racinaires d'*A. cepa* après traitement par des extraits aqueux de feuilles d'*A. spinosus*, c'est-à-dire le nombre de cellules en mitose divisé par le nombre total de cellules comptées exprimé en pourcentage, ainsi que le pourcentage d'aberrations chromosomiques, par rapport à un témoin traité par de l'eau distillée. Différentes concentrations ont été testées : 50 – 100 – 500 et 1000 mg/L. Plus l'extrait d'*A. spinosus* était concentré, plus l'index mitotique était faible. La réduction de l'index mitotique indique l'activité antimitotique et anti-proliférative de l'extrait de feuilles d'*A. spinosus*. Concernant les aberrations chromosomiques, plus l'extrait était concentré, plus il a été observé d'anomalies clastogènes. Un clastogène est une substance susceptible de provoquer des ruptures dans une molécule d'ADN. (104)

7.1.2 Anti-génotoxicité

Pour tester les éventuelles propriétés antigénotoxiques de l'extrait aqueux de feuilles d'*A. spinosus*, des aberrations chromosomiques ont été induites dans des cellules méristématiques racinaires d'*Allium cepa* par l'utilisation de peroxyde d'hydrogène (H_2O_2). Différentes concentrations d'extrait d'*A. spinosus* ont été testées (0,5 – 1 – 5 et 10 mg/L), mais seule la concentration critique de 5 mg/L a permis de réduire les lésions nucléaires induites par H_2O_2 . (104)

En effet, le même extrait de feuilles d'*A. spinosus* pouvant avoir des propriétés tour à tour génotoxiques et antigénotoxiques en fonction de sa concentration, il convient de

déterminer quelle concentration sera antigénotoxique, puisqu'une concentration plus faible sera inefficace et une concentration plus élevée deviendra génotoxique !

L'effet de l'extrait aqueux de feuilles d'*A. viridis* a été testé sur des rats Wistar ayant subi la toxicité du cyclophosphamide au niveau du système reproducteur et du système neuro-endocrinien relié, et comparé à celui de la vitamine E, un antioxydant courant. Le cyclophosphamide est un agent cytotoxique alkylant avec des propriétés antitumorales et immunosuppressives utilisé chez l'homme dans différentes formes de cancer et de maladies auto-immunes. L'extrait d'*A. viridis* testé a révélé la présence d'alcaloïdes, de flavonoïdes, de tannins et de glycosides cardiaques, mais pas de saponines. Cet extrait a montré des effets thérapeutiques prometteurs dans le modèle des rats Wistar et pourrait potentiellement être un choix thérapeutique dans le traitement des sujets souffrant d'une toxicité au niveau reproducteur induite par le cyclophosphamide. Son potentiel thérapeutique peut être attribué à la fois à ses propriétés antioxydantes et à ses propriétés stabilisatrices de membranes. (48)

7.2 Antidépresseur

« En 2014, à la Réunion, 8,4 % des enquêtés ont déclarés avoir connu un épisode dépressif caractérisé, une proportion comparable à la métropole mais supérieure aux taux observés dans les autres DOM (6%). » L'enquête a également révélé que les personnes les plus exposées au risque de dépression étaient les femmes (qui sont deux fois plus touchées), les personnes de 31 à 45 ans, les personnes détentrices du baccalauréat, celles avec des difficultés financières, celles qui sont limitées dans leurs activités depuis au moins six mois, celles qui ne vivent pas en couple, et celles qui consomment de l'alcool de manière chronique. Parmi les personnes ayant souffert d'un épisode dépressif caractérisé, la moitié ont déclaré avoir eu recours à un professionnel et/ou à un service pour ces troubles. (105)

Concernant l'île Maurice, dans un rapport du ministère de la santé de 2015, des symptômes suggérant une dépression ont été détectés chez 16,7 % de la population étudiée. Là encore, il a été constaté que les femmes étaient plus touchées que les hommes : 19,6 % contre 13,1 % chez les hommes. (106)

D'après l'OMS, « La dépression est un trouble mental courant se caractérisant par une tristesse, une perte d'intérêt ou de plaisir, des sentiments de culpabilité ou de dévalorisation de soi, un sommeil ou un appétit perturbé, une certaine fatigue et des

problèmes de concentration. La dépression peut perdurer ou devenir récurrente, entravant ainsi de façon substantielle l'aptitude d'un individu à fonctionner au travail ou à l'école ou à faire face à sa vie quotidienne. À son paroxysme, elle peut conduire au suicide. Lorsqu'elle est légère, on peut traiter les patients sans médicaments, mais une dépression modérée ou sévère peut nécessiter une médication et une psychothérapie menées par un professionnel compétent. » (107)

Les médicaments actuellement utilisés peuvent causer différents effets secondaires comme la toxicité cardiaque, l'hypotension, la dysfonction sexuelle, la prise de poids corporel et des désordres du sommeil. Depuis les années 2000, les effets thérapeutiques des produits naturels sur les troubles mentaux ont suscité un intérêt croissant. (108)

L'extrait méthanolique de plante entière d'*A. spinosus* a fait l'objet d'une étude dont les résultats se sont révélés positifs au sujet de son activité antidépressive chez le rat Wistar par rapport à l'Escitalopram et à l'Imipramine, deux anti-dépresseurs reconnus.

Les deux modèles animaux qui ont été utilisés pour mettre en évidence l'état dépressif chez le rat sont le FST (Forced Swim Test = test de nage forcée) et le TST (Tail Suspension Test = test de suspension par la queue). Le comportement caractéristique mesuré dans ces tests est l'immobilité, qui reflète le désespoir comportemental observé dans la dépression humaine. En outre, d'autres expériences ont démontré par le passé que de nombreux antidépresseurs peuvent réduire le temps d'immobilité chez les rongeurs. (109)

L'extrait testé contenait des flavonoïdes, des saponines, des glycosides, des acides aminés terpénoïdes, des alcaloïdes, des hydrates de carbone, des composés phénoliques et des protéines. « Une étude de Noldner et Schotz (110) a indiqué que la rutine est essentielle pour l'activité antidépressive de l'extrait d'*Hypericum perforatum*, une plante utilisée dans de nombreux pays pour le traitement des formes légères à modérées de la dépression (111). » Or la rutine est un flavonoïde présent chez *A. spinosus*, ce qui pourrait être une piste pour expliquer le mécanisme d'action de l'extrait d'*A. spinosus* en tant qu'anti-dépresseur, du moins chez le rat Wistar. (108)

7.3 Anxiolytique

« L'anxiété est considérée comme un symptôme cardinal de nombreux troubles psychiatriques. » (112) Il existe sur le marché de nombreux médicaments destinés au traitement de l'anxiété, notamment les benzodiazépines. Cependant, ces médicaments ont un certain nombre d'effets indésirables comme les troubles de la mémoire, la dépendance, l'accoutumance, la perturbation du système respiratoire, etc.. Beaucoup de personnes pensent que les substances d'origine naturelle peuvent être aussi efficaces tout en ne présentant aucun effet indésirable, contrairement aux drogues synthétiques. (113)

L'extrait hydroalcoolique de feuilles d'*A. spinosus* a été testé seul ainsi qu'en association avec l'extrait hydroalcoolique de racine de *Delphinium denudatum* en tant qu'agent anxiolytique chez le rat Wistar, en comparaison avec un anxiolytique reconnu de la famille des benzodiazépines, le Diazepam. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec une combinaison des deux extraits mais, testés indépendamment, l'extrait d'*A. spinosus* était plus efficace que celui de *Delphinium denudatum*. Les extraits contenaient chacun des flavonoïdes, des alcaloïdes, des saponines, des tannins, des hydrates de carbone, des protéines, des acides aminés, des stéroïdes, des stérols... L'activité anxiolytique pourrait s'expliquer par la présence de flavonoïdes mais des études complémentaires sont nécessaires pour isoler les principaux constituants chimiques responsables de ces activités et établir le mécanisme d'action de ces extraits de plantes. (113)

7.4 Antipaludique

« Le paludisme est dû à un parasite, le *Plasmodium*, transmis par les moustiques qui en sont porteurs. Chez l'être humain, ces parasites se multiplient dans le foie puis s'attaquent aux globules rouges. Le paludisme se manifeste par de la fièvre, des maux de tête et des vomissements. Ces symptômes apparaissent généralement 10 à 15 jours après la piqûre de moustique. En l'absence de traitement, le paludisme peut entraîner rapidement le décès par les troubles circulatoires qu'il provoque. Dans de nombreuses régions du monde, les parasites sont devenus résistants à plusieurs médicaments antipaludiques. » (114)

« En 2017, près de la moitié de la population mondiale – était exposée au risque de contracter le paludisme. » « Selon le dernier *Rapport sur le paludisme dans le monde*, publié en novembre 2018, il y a eu 219 millions de cas de paludisme en

2017, contre 217 millions en 2016. L'on estime à 435 000 le nombre de décès dus à la maladie en 2017, un chiffre similaire à celui de l'année précédente. » (115)

Exemptes de vecteurs du paludisme et donc de paludisme lors de leur découverte, la Réunion et Maurice ont par la suite été colonisées par des anophèles qui y ont transporté le parasite. En revanche, l'île Rodrigues n'a jamais été atteinte. (116)

Bien qu'aujourd'hui éradiqué à la fois à la Réunion et à Maurice, le paludisme est toujours une menace potentielle grâce à la présence de vecteurs comme *Anopheles arabiensis*, seule espèce vectorielle maintenant présente à la Réunion. Actuellement, la surveillance repose sur la déclaration obligatoire des cas, y compris les cas de paludisme d'importation, qui ne sont soumis à déclaration obligatoire que dans les cinq départements d'outre-mer. (117)

Une étude sur des souris auxquelles on a injecté des globules rouges parasités par le *Plasmodium berghei berghei* a montré l'activité antipaludique de la décoction d'écorce rouge de tiges d'*A. spinosus*. Cette activité expliquerait qu'au Burkina Faso où l'étude a été réalisée, les écorces des tiges de cette plante soient parfois utilisées comme condiment alimentaire durant la saison d'endémie du paludisme, qui correspond à la saison des pluies. Ces écorces sont également traditionnellement utilisées en décoction dans le traitement du paludisme.

Cette écorce contenait des traces d'alcaloïdes, des flavonoïdes, des saccharides, des phénoliques, des terpénoïdes, des acides aminés, des acides organiques, des bétalaïnes (l'amaranthine). Les bétalaïnes et les phénoliques pourraient être à l'origine de l'activité antipaludique de la plante puisqu'elles sont déjà connues comme ayant des propriétés antiparasitaires.

Pour la synthèse de ses acides nucléiques, l'enzyme ribonucléotide réductase du *Plasmodium* a besoin de magnésium et de fer comme cofacteurs, et c'est pourquoi de nombreux chélateurs de métaux sont connus comme médicaments antipaludiques. Or les bétalaïnes sont des chélateurs de métaux...

Les bétalaïnes, par leur activité antioxydante, peuvent agir pour la détoxification de l'hème en inhibant la polymérisation des groupements héminiques entre eux en hémozoïne (pigment malarique) par le *Plasmodium* : une liaison fer-carboxylate relie les groupements héminiques de l'hémozoïne. Les bétalaïnes, par leur groupement carboxylate, peuvent s'insérer dans cette liaison et inhiber la polymérisation. Or l'hème non polymérisé est très toxique pour le *Plasmodium* intraérythrocytaire.

L'amaranthine contient un ammonium quaternaire dans sa structure. Ce groupement chimique est connu pour inhiber la croissance du *Plasmodium* en bloquant le

transport intracellulaire de choline du parasite. Cette choline est nécessaire pour la biosynthèse des phosphatidylcholines qui sont des molécules essentielles pour le *Plasmodium*.

L'utilisation traditionnelle de cette plante est donc justifiée et laisse espérer le possible développement de médicaments antipaludiques issus d'*A. spinosus* ou d'autres plantes riches en bétalaines et phénoliques. (118)

Dans une autre étude sur des souris infectée par le *Plasmodium berghei*, il a également été observé qu'*A. spinosus* contrait la perte de poids consécutive à l'infection. (119)

7.5 Anti-nociceptif et antipyrétique

L'extrait éthanolique d'*A. spinosus* à 50 % a montré des propriétés analgésiques à la fois centrales et périphériques chez la souris, ainsi que des propriétés anti-inflammatoires. (120)

L'extrait méthanolique d'*A. spinosus* mais également d'*A. viridis* ont également révélé des propriétés analgésiques centrales et périphériques (121,122) ainsi que des propriétés antipyrétiques, toujours chez la souris. (122,123)

La présence d'alkaloïdes, de flavonoïdes, de glycosides, d'acides phénoliques, de stéroïdes, de terpénoïdes, de protéines et d'hydrates de carbone pourrait être responsable de ces effets. Entre autres, différents flavonoïdes comme la rutine, la quercétine, les bétalaines et la lutéoline présents chez *A. spinosus* ont des activités anti-nociceptives et anti-inflammatoires. (124,125,126)

L'utilisation traditionnelle de ces deux plantes en Inde pour traiter les douleurs, l'inflammation et la fièvre semble donc justifiée.

Reste à isoler les principes pharmacologiquement actifs et à élucider leurs mécanismes d'action.

7.6 Antihyperlipidémique

« Après la deuxième guerre mondiale, la communauté médicale constate des taux très élevés de maladies cardiovasculaires dans tous les pays occidentaux. Des centaines d'études épidémiologiques mises en place dans ces pays, dont la France, mettent clairement en cause quatre facteurs de risque majeurs : le tabagisme, le taux élevé de cholestérol (hypercholestérolémie), l'hypertension artérielle et le diabète. ». (127)

« L'excès de cholestérol sanguin est néfaste pour la santé et peut conduire sur le long terme à un infarctus du myocarde, un accident vasculaire-cérébral ou une artérite des membres inférieurs. En France, le cholestérol serait à l'origine d'un infarctus sur deux et près de 20% de la population adulte présenterait une hypercholestérolémie. » (128)

L'hypercholestérolémie est l'une des principales causes de maladie coronarienne. L'accumulation de LDL oxydés conduit à la formation de plaques athérosclérotiques qui contribuent à l'infarctus du myocarde et aux maladies cardiovasculaires. (129)

À l'île Maurice en 2015, une étude du ministère de la santé mesurait une prévalence de l'hypercholestérolémie de 44,1 % et de l'hypertriglycéridémie de 25,0 % et un pourcentage de la population prenant des agents hypolipidémifiants de 13,3 %. (106)

La « voie du mévalonate » (**figure 27**), qui consiste en la conversion d'hydroxyméthylglutaryl-CoA (HMG-CoA) en mévalonate, est l'étape limitante de la cholestérogénèse. Cette voie est régulée par une enzyme, l'hydroxyméthylglutaryl-CoA réductase (HMG-CoA réductase). Il s'agit d'ailleurs de la cible des statines, inhibitrices compétitives de l'HMG-CoA réductase. (130)

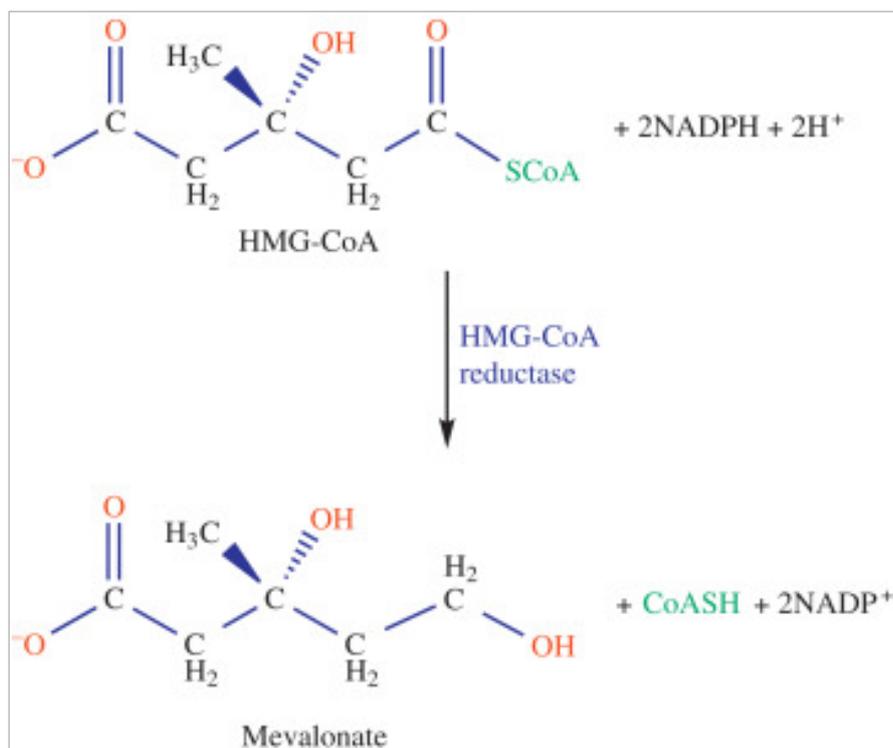


Figure 27. La voie du mévalonate. (130)

L'étude de l'extrait d'*A. viridis in vitro*, et surtout l'extrait de feuilles, a montré un effet inhibiteur non compétitif de l'HMG-CoA réductase. Il a également révélé un bon pouvoir anti-oxydant et anti-inflammatoire, deux propriétés également très intéressantes dans la lutte contre les maladies cardio-vasculaires. Ces deux propriétés sont probablement dues aux flavonoïdes et aux acides phénoliques qui sont connus pour inhiber les enzymes oxydantes, neutraliser les radicaux libres et induire des effets anti-inflammatoires. L'extrait a d'ailleurs montré un bon potentiel de réduction des hydroperoxydes, du DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle), du NO (monoxyde d'azote), des ions ferriques, et d'inhibition de la hyaluronidase, de la lipoxygénase, de la xanthine oxydase.

La neutralisation des radicaux NO et des ions ferriques serait cruciale dans le contrôle de l'hypercholestérolémie car la formation de ces radicaux peut entraîner un dysfonctionnement vasomoteur prononcé qui pourra ensuite conduire à des lésions athérosclérotiques.

La hyaluronidase peut causer une augmentation de la perméabilité endothéliale qui peut conduire à l'athérogenèse.

Les lipoxygénases sont des enzymes importantes dans la biosynthèse des leucotriènes qui ont été soupçonnées de jouer un rôle clef dans la physiopathologie des maladies inflammatoires. En effet, l'expression des lipoxygénases augmente chez les patients souffrant de plaques athérosclérotiques de la carotide, et il est suggéré que les lipoxygénases soient des cibles prometteuses pour une approche thérapeutique centrée sur la réduction de l'inflammation dans les plaques athérosclérotiques.

La xanthine oxydase, un radical libre de l'oxygène, a été communément impliquée comme étant une voie importante dans les dommages oxydatifs des tissus, particulièrement l'ischémie-reperfusion. La xanthine oxydase rentre en jeu dans le métabolisme de la xanthine en acide urique. Hors l'acide urique joue un rôle pathogène dans les maladies cardio-vasculaires, et l'hyperuricémie est généralement associée à des effets délétères sur la fonction vasculaire. L'inhibition de la xanthine oxydase pourrait donc avoir des effets thérapeutiques sur la fonction vasculaire altérée. (131)

Chez le lapin, l'extrait méthanolique d'*A. viridis* a significativement réduit les taux de cholestérol total, lipoprotéines de basse densité (ou LDL pour Low Density Lipoprotein) et triglycérides, et augmenté ceux de lipoprotéines de haute densité (ou HDL pour High Density Lipoprotein) et d'enzymes antioxydantes (superoxyde dismutases (SOD) et glutathion peroxydase (Gpx)). Il a également permis de réduire

le poids corporel qui avait augmenté suite au régime riche en cholestérol. En comparaison, si le traitement par la simvastatine a également réduit les taux de cholestérol total, LDL et triglycérides ainsi que le poids corporel, et augmenté le taux de HDL (mais de manière moins importante que l'extrait d'*A. viridis*), il a également fait diminuer le taux d'enzymes anti-oxydantes (SOD et Gpx). L'effet positif de l'extrait d'*A. viridis* sur le taux d'enzymes anti-oxydantes serait dû à la présence de composés polyphénoliques.

Le traitement avec l'extrait d'*A. viridis* a également diminué le développement des plaques aortiques et le rapport intima/media (le cholestérol s'accumule entre l'intima (l'endothélium) et la media (couche musculaire) des artères), comme observé chez les lapins traités par la simvastatine (**figure 28**). (129)

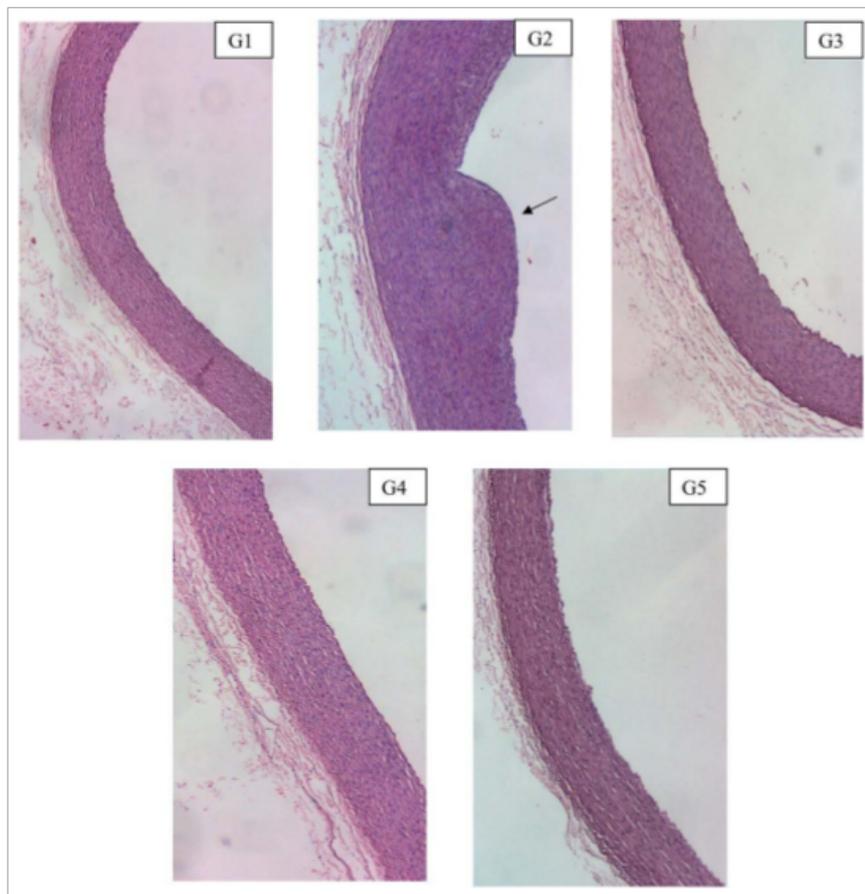


Figure 28. Photographies représentatives de l'aorte de lapins de 5 groupes colorée à l'hématoxyline et à l'éosine. L'arc aortique d'un lapin issu du groupe contrôle de lapins hypercholestérolémiques (**G2**) montrant une épaisse plaque intimale (cf. flèche ←). Légende : **G1** : groupe contrôle normal ; **G2** : groupe contrôle hypercholestérolémique ; **G3** : groupe traité par la simvastatine à 10 mg/kg ; **G4** : groupe traité par l'extrait d'*A. viridis* à 100 mg/kg ; **G5** : groupe traité par l'extrait d'*A. viridis* à 200 mg/kg. (Grossissement X50) (129)

L'extrait contenait des composés phénoliques, des flavonoïdes, des tannins, des saponines, et sa chromatographie a révélé la présence d'acide ascorbique, de rutine, de catéchine et de quercétine, quatre composés qui peuvent être mis en relation avec le traitement de l'hypercholestérolémie et de l'athérosclérose. La rutine diminue les triglycérides hépatiques et les taux de cholestérol chez les rats obèses, retarde la progression de l'hypercholestérolémie et supprime la formation de plaque athérosclérotique de l'aorte chez le lapin. La catéchine protège contre les lésions du myocarde, améliore la fonction endothéliale, et réduit la production de monocyte chemoattractant protein 1 (cytokine en partie responsable de l'inflammation) dans les cellules endothéliales coronaires, ce qui peut réduire le risque d'athérosclérose. La quercétine a montré sa capacité à supprimer la plaque athérosclérotique chez le lapin.

Les alanine aminotransférases (ALAT) et les aspartate aminotransférases (ASAT) sont des enzymes qui permettent de mesurer les dommages subis par le foie tandis que les créatine kinases (CK) sont celles qui mesurent ceux subis par les muscles. Alors que le régime riche en cholestérol avait entraîné une augmentation de ces enzymes, le traitement par l'extrait d'*A. viridis* a permis de diminuer ces taux, tandis que le traitement par la simvastatine les a au contraire fait augmenter. Ceci suggère un effet protecteur de l'extrait d'*A. viridis* sur le foie et les muscles.

Des recherches sur les composés bio-actifs de l'extrait de feuille d'*A. Viridis* pourraient être utiles dans le développement d'un agent prophylactique contre l'hypercholestérolémie et l'athérosclérose. (129)

L'extrait aqueux de tiges d'*A. viridis* (132) et l'extrait méthanolique de feuilles d'*A. viridis* (133,134) et de feuilles d'*A. spinosus* (134) ont généré les mêmes effets bénéfiques sur le profil lipidique de rats rendus diabétiques par l'injection de streptozotocine.

7.7 Antidiabétique

« Le diabète est une maladie chronique qui survient lorsque le pancréas ne produit pas assez d'insuline ou lorsque l'organisme n'est pas capable d'utiliser efficacement l'insuline qu'il produit. Il en résulte une concentration accrue de glucose dans le sang (hyperglycémie). » d'après la définition de l'OMS. (135)

Le département de la Réunion est particulièrement touché par l'épidémie de diabète. Voici quelques chiffres issus du site départemental de la CGSS (137) :

- « - Prévalence du diabète traité la plus élevée de France (9,8% versus 4,6%)
- Survenue du diabète plus précoce à la Réunion (61,1 ans versus 66,1 ans au niveau national)
- 4 réunionnais sur 10 en surcharge pondérale
- Moins de 10% des réunionnais respectent les recommandations du PNNS (Programme National Nutrition Santé) de 5 fruits et légumes par jour
- 6 réunionnais sur 10 sont en dessous des recommandations en ce qui concerne l'activité physique
- 92% des personnes diabétiques ont un diabète de type 2
- Sur-risque féminin : le taux de prévalence est de 9,6 chez les femmes et 7,9 chez les hommes »

L'île sœur (Maurice) est encore plus touchée puisqu'en 2015 le ministère de la santé y dénombrait 20,5 % d'adultes de 20 à 74 ans comme étant diabétiques de type 2, ainsi que 20,2 % de femmes et 18,5 % d'hommes de 25 à 74 ans comme étant pré-diabétiques. (106)

L'extrait méthanolique d'*A. spinosus* a montré une inhibition significative de l' α -amylase *in vitro*. Hors les substances qui inhibent les enzymes impliquées dans l'hydrolyse des hydrates de carbone ont montré leur capacité à diminuer l'hyperglycémie post-prandiale et à améliorer le métabolisme du glucose sans stimuler la production d'insuline chez les patients souffrant de diabète non insulino-dépendant. (93)

Deux études ont été effectuées sur des rats normaux puis sur des rats diabétiques suite à l'injection de streptozotocine (substance toxique pour les cellules bêta du pancréas). L'une testait l'extrait méthanolique de feuilles d'*A. viridis* (EMAV) et d'*A. spinosus* (EMAS), l'autre l'extrait aqueux de tiges d'*A. viridis* (EAAV). Les deux études ont montré que les extraits testés n'avaient pas d'effet significatif sur la glycémie des rats normaux. En revanche, sur des rats diabétiques suite à l'injection de streptozotocine (STZ), tous les extraits ont montré leur capacité à diminuer la glycémie de manière significative, et à augmenter le poids des rats qui avait diminué

suite à l'injection de STZ. En effet, la STZ engendre une perte de muscle et de tissus protéiques. La reprise de poids pourrait être due à un renversement de la néoglucogenèse et à une amélioration du contrôle glycémique. Dans les deux études, l'antidiabétique par rapport auquel les extraits étaient testés, le glibenclamide, a lui aussi occasionné une reprise de poids.

Comme cela a déjà été observé dans les études visant à prouver l'effet antihyperlipidémique d'*A. spinosus* et d'*A. viridis*, tous les extraits étudiés dans ces deux études-ci ont diminué les taux sanguins de cholestérol, LDL, VLDL, triglycérides, et augmenté les taux sanguins de HDL.

L'étude sur l'EMAV et l'EMAS s'est également intéressée à l'histopathologie du pancréas en fin de traitement (nécessité de sacrifier les rats pour étudier ce point), et il a été constaté une légère régénération des cellules bêta par rapport au groupe contrôle (rats diabétiques non traités).

L'étude sur l'EAAV s'est elle penchée sur le taux d'hémoglobine glyquée qui s'est vu diminué en fin de traitement, confirmant l'effet positif de l'extrait sur le contrôle de la glycémie. (132,134)

A. spinosus et *A. viridis* semblent tous deux détenir des propriétés intéressantes à la fois contre le diabète et contre les maladies cardio-vasculaires qui sont d'ailleurs souvent associées. Reste à prouver que les effets observés *in vitro* ou *in vivo* chez le lapin ou le rat peuvent être reproduits chez l'homme.

7.8 Cardioprotecteur

D'après le site de l'OMS (137) :

«

- Les maladies cardio-vasculaires (MCV) sont la première cause de mortalité dans le monde: il meurt chaque année plus de personnes en raison de MCV que de toute autre cause.
- On estime à 17,7 millions le nombre de décès imputables aux MCV, soit 31% de la mortalité mondiale totale. Parmi ces décès, on estime que 7,4 millions sont dus à une cardiopathie coronarienne et 6,7 millions à un AVC (chiffres 2015).

- Plus des trois quarts des décès liés aux MCV interviennent dans des pays à revenu faible ou intermédiaire. »

En effet, à la Réunion, les MCV sont la première cause de décès, et un décès sur quatre est directement imputable à une MCV. (138)

Une étude a mesuré les effets de l'extrait méthanolique de plante entière d'*A. viridis* sur les enzymes marqueurs sériques, la troponine cardiaque et le système antioxydant chez des rats auxquels on a expérimentalement fait subir un infarctus du myocarde par injection d'isoproterenol (catécholamine synthétique). L'isoproterenol induit une nécrose cardiaque avec augmentation de la consommation d'oxygène, utilisation insuffisante de l'oxygène, augmentation et accumulation de la charge de calcium, modifications du métabolisme cellulaire du myocarde, augmentation des taux de cAMP du myocarde, un milieu électrolytique perturbé, des altérations de la perméabilité membranaire, une acidose intracellulaire et une augmentation des peroxydes lipidiques. Ces changements physiopathologiques sont comparables à ceux qui ont lieu dans les altérations du myocarde humain.

Ces rats présentaient par conséquent une augmentation de l'activité des enzymes marqueurs cardiaques sériques (ASAT, ALAT, LDH et CPK) et des taux de troponine cardiaque sérique. En outre, les taux de produits de peroxydation lipidique dans le cœur étaient significativement augmentés, et l'activité des antioxydants enzymatiques et non-enzymatiques comme le glutathion dans le cœur significativement diminuée. Le taux de glutathion sous sa forme oxydée (disulfure de glutathion ou GSSG) dans le cœur était augmenté.

L'administration *per os* de l'extrait d'*A. viridis* durant 45 jours a suscité un effet cardioprotecteur significatif en diminuant les taux d'enzymes marqueurs sériques, de troponine cardiaque, de GSSG et de peroxydation lipidique, et en augmentant les taux d'enzymes antioxydants et de la GSH (glutathion sous sa forme réduite). L'effet a été proportionnel à la dose administrée, et la dose de 300 mg/kg a permis de ramener les paramètres à un niveau proche de la normale.

L'extrait contenait des flavonoïdes, des saponines, des glycosides, des terpénoïdes, des acides aminés, des alcaloïdes, des hydrates de carbone, des composés phénoliques et des protéines.

Les effets cardioprotecteurs d'*A. viridis* pourraient être dus à une augmentation des antioxydants endogènes et à une inhibition de la peroxydation lipidique des membranes. (139)

Une autre étude a évalué l'efficacité cardioprotectrice d'un extrait méthanolique de feuilles d'*A. viridis* administré par voie orale durant 45 jours, là encore à des rats Wistar auxquels on a expérimentalement fait subir un infarctus du myocarde par injection d'isoproterenol. Les taux de CRP (C-Reactive Protein = Protéine C Réactive), de céruloplasmine et de glycoprotéines du sérum et du cœur étaient augmentés chez les rats après l'injection d'isoproterenol, alors que les taux de protéines totales du sérum, d'albumine et de globuline étaient diminués. L'administration de l'extrait a permis de corriger ces désordres métaboliques induits par l'infarctus du myocarde, prouvant son effet cardioprotecteur. (140)

Là-encore, les expériences n'ayant été réalisées que sur des rats, il faudrait les réitérer sur l'homme pour en tirer des conclusions exploitables.

7.9 Modulateur intestinal et bronchodilatateur

L'extrait aqua-méthanolique de plante entière d'*A. spinosus* a été étudié pour ses effets laxatifs, spasmolytiques et bronchodilatateurs. (141)

7.9.1 Effet laxatif

Chez la souris, l'administration *per os* de l'extrait a montré un effet laxatif comparable à celui du carbachol (parasymphomimétique, agoniste cholinergique, augmente le péristaltisme intestinal et les sécrétions digestives, relâche les sphincters) aux doses de 100 et 300 mg/kg. Bizarrement, cet effet a largement diminué à la dose de 500 mg/kg, peut-être à cause de la présence de composés spasmolytiques.

Pour explorer le mécanisme possible sous-tendant éventuellement son effet laxatif, l'extrait brut a été testé *in vitro* sur du jéjunum de lapin contractant spontanément, où il a montré un effet spasmogène dépendant de la concentration suivi d'une relaxation lorsque le tissu a été laissé non lavé pendant un certain temps. Le mouvement

spontané de l'intestin est régulé par une dépolarisation et repolarisation périodique, et le pic de dépolarisation est représenté par le potentiel d'action généré par l'afflux rapide de Ca^{++} via des canaux calciques de type L, dépendants de la tension (VDLC). L'effet spasmogène maximal de l'extrait brut a été trouvé similaire à la réponse contractile maximale induite par l'ACh, suggérant la haute efficacité de son effet spasmogène. Pour voir si l'effet stimulant de l'intestin était médié par l'activité cholinergique, l'effet stimulant a été comparé à celui de l'atropine (0,1 μM), un antagoniste connu des récepteurs muscariniques. En présence d'atropine, l'effet contractile de l'extrait était partiellement bloqué, indiquant la présence de constituant(s) cholinergique(s) et de certains mécanismes supplémentaires responsables de l'effet stimulant observé. L'utilisation d'antagonistes spécifiques a également exclu la possibilité de présence d'une activité histaminergique, sérotoninergique ou nicotinique induisant son effet spasmogène dans l'extrait brut d'*A. spinosus*.

L'effet stimulant de l'extrait brut sur l'intestin a également été étudié sur l'iléon de cobaye, préparation quiescente jugée utile à cet effet. L'extrait a montré des contractions dose-dépendantes sur l'iléon de cobaye, partiellement réprimées par l'atropine. Un profil d'activité similaire a été observé sur le jéjunum, confirmant ainsi l'implication de plus d'une voie dans l'effet spasmodique de l'extrait de plante. Les résultats de cette étude indiquent la présence de constituants spasmogènes dans la plante pouvant expliquer son utilisation médicinale dans la constipation et invitent également à des travaux expérimentaux supplémentaires pour explorer la nature exacte des composants spasmogènes.

L'effet spasmogène des préparations intestinales a été suivi d'une relaxation spontanée lorsque les tissus ont été laissés non lavés pendant un certain temps, indiquant la présence d'un composant spasmolytique associé à une activité spasmogène.

7.9.2 Effet relaxant sur le muscle lisse digestif : détermination de l'effet antagoniste calcique

La présence d'une activité de blocage des canaux calciques chez les plantes en tant que mécanisme sous-tendant habituellement leur effet spasmolytique a déjà été observée dans d'autres expériences. Pour voir si le même mécanisme est responsable de l'effet relaxant d'*A. spinosus* sur le muscle lisse digestif, le tissu a été

pré-traité avec un K^+ élevé (80 mM), ce qui a entraîné une contraction soutenue. La réponse contractile induite par une concentration élevée de K^+ (80 mM) est due à la libération et à l'afflux de Ca^{2+} extracellulaire par des canaux sensibles au voltage de type L. L'extrait de plante a complètement relâché la contraction induite par le K^+ (80 mM) sur le jéjunum isolé de lapin, indiquant l'activité de blocage du canal calcique. La présence d'activité de CCB (Calcium Channel Blocker = bloqueur de canal calcique) chez *A. spinosus* s'est confirmée lorsque l'extrait de plante a fermé les canaux calciques à l'instar du diltiazem, un bloqueur de canaux calciques standard. La présence d'une activité spasmolytique dans la plante par le biais du mécanisme CCB peut être responsable de son utilisation médicinale dans les coliques abdominales et peut-être aussi pour compenser naturellement l'action excessive de stimulation intestinale habituellement observée avec les drogues chimiques.

7.9.3 Effet bronchodilatateur

Chez le rat sous anesthésie, l'extrait brut à des doses de 1 à 30 mg/kg a permis de supprimer l'augmentation de la pression respiratoire induite par le carbachol (parasymphomimétique, agoniste cholinergique, bronchoconstricteur) de manière comparable à l'aminophylline (bronchodilatateur connu).

Afin d'explorer plus avant le mécanisme possible de son activité bronchodilatatrice, l'extrait de plante a été testé sur des préparations trachéales de lapin préalablement contractées par un taux élevé de K^+ ou de Cch (carbachol). L'extrait brut a été efficace pour relâcher complètement les contractions élevées induites par le K^+ aussi bien que pour relâcher celles induites par le Cch, alors que le diltiazem était plus puissant contre la contraction induite par le K^+ , ce qui est une caractéristique typique d'un CCB pur.

La composante CCB chez *A. spinosus* a été confirmée quand elle a fermé les canaux calciques présents dans la trachée du lapin, de manière similaire au diltiazem. Les bloqueurs des canaux calciques se sont avérés utiles dans les troubles bronchospastiques.

Pour voir si l'effet bronchodilatateur de l'extrait brut était médié par l'activité agoniste sur les récepteurs β_2 , l'effet inhibiteur de l'extrait de plante sur les spasmes induits par le Cch a été testé en présence de propranolol (1 μM), un antagoniste non sélectif des récepteurs β -adrénergiques. En présence de propranolol, l'effet relaxant de l'extrait d'*A. spinosus* sur la contraction induite par le Cch a été observé à une concentration significativement plus élevée, indiquant la présence d'une activité β -adrénergique. Les agonistes β_2 -adrénergiques sont largement utilisés en pratique clinique comme bronchodilatateurs (salbutamol, terbutaline, salmétérol, formotérol).

7.9.4 Effet sur l'atrium de cochon d'Inde

L'extrait brut d'*A. spinosus* a augmenté la force de contraction suivie par la relaxation à la concentration la plus élevée. L'effet cardiotonique a été diminué dans les tissus pré-traités au propranolol et l'effet relaxant est devenu plus important. L'effet cardio-stimulant des médicaments adrénérergiques est médié par les récepteurs β_1 -adrénérergiques, tandis que l'effet bronchodilatateur par les récepteurs β_2 -adrénérergiques. La présence d'une association d'activités cardio-stimulante et bronchodilatatrice supprimée par le propranolol a confirmé la présence d'une activité agoniste β -adrénérergique non spécifique similaire à celle de l'isoprénaline. L'isoprénaline est un bronchodilatateur très efficace, mais son utilisation clinique est limitée en raison de la stimulation cardiaque associée. Il est intéressant de noter que, lorsqu'il a été testé sur le cœur, il existait un léger effet inotrope, mais aucune augmentation significative n'a été observée sur le pouls à faible dose, tandis qu'un effet inhibiteur a été observé à des doses plus élevées. Ceci est peut-être dû à la coexistence d'un stimulant cardiaque (β_1) et d'une activité dépressive cardiaque due aux composants CCB, qui a un effet opposé sur le cœur, tandis que des interactions additives et/ou synergiques avec l'activité bronchodilatatrice sont recherchées dans les troubles des voies respiratoires. L'activité β -adrénérergique d'*A. spinosus* n'a pas été observée dans les préparations jéjunales, ce qui pourrait être dû à la sélectivité des effets bêta-adrénérergiques sur les tissus cardiaque et bronchique.

7.9.5 Effet des fractions (aqueuse et acétate d'éthyle) sur le jéjunum de lapin

Le fractionnement par activité a révélé que l'effet spasmolytique de l'extrait brut d'*A. spinosus* était principalement concentré dans la fraction acétate d'éthyle, ce qui entraînait l'inhibition de la contraction spontanée et induite par le K^+ , tandis que l'effet spasmogène était concentré dans la fraction aqueuse ainsi qu'une faible activité spasmolytique. Ce schéma de séparation des activités biologiques entre les fractions est conforme à des études précédentes selon lesquelles l'activité spasmogène des extraits végétaux bruts est généralement concentrée dans les fractions aqueuses, tandis que le composant spasmolytique est concentré dans les fractions organiques. On peut également se demander si le composant spasmogène de la plante pourrait ne pas être absorbé par voie systémique en raison de sa nature polaire reflétée par sa solubilité dans l'eau, et ne pourrait pas interférer avec son activité bronchodilatatrice.

Ces données, qui suggèrent la présence d'un effet laxatif dans la plante induite en partie par une action cholinergique, un effet spasmolytique par une activité CCB et une activité bronchodilatatrice par une combinaison d'activités CCB et β -agonistes, expliquent l'utilisation médicinale de *A. spinosus* dans la constipation, la colique abdominale et les troubles des voies respiratoires. Une telle coexistence de l'activité β -agoniste avec les constituants du CCB offre un potentiel synergique et de neutralisation des effets secondaires, une caractéristique typique des produits naturels.

7.10 Diurétique

Les diurétiques modulent le volume et la composition des fluides corporels dans diverses conditions cliniques telles que l'hypertension, l'insuffisance cardiaque, le syndrome néphritique et la cirrhose.

Les diurétiques à base de plantes sont peu toxiques et la richesse en potassium de ces plantes permettrait de prévenir l'épuisement en potassium, donnant ainsi l'avantage d'un effet diurétique épargneur potassique.

L'activité diurétique de l'extrait aqueux de plante entière d'*A. spinosus* (EAAS) a été mesurée chez le rat et comparée à celle d'un diurétique connu, l'hydrochlorothiazide (HCTZ). L'extrait contenait des saponines et des anthraquinones. Il n'a en revanche pas été détecté d'alcaloïdes, de tannins ni de flavonoïdes.

L'activité diurétique ne s'est pas révélée dose-dépendante et a été maximale à la dose de 500 mg/kg d'EEAS avec une efficacité proche de celle de l'HCTZ (34 % vs 38 %). Aux doses de 500 et 1000 mg/kg, l'EEAS a eu une efficacité similaire à l'HCTZ. À la dose de 500 mg/kg, on a également observé une augmentation du pH urinaire.

L'excrétion de sodium a été significativement augmentée à la dose de 500 mg/kg d'EEAS par rapport au groupe contrôle, au groupe HCTZ, et aux groupes EEAS à d'autres dosages (200, 1000 et 1500 mg/kg).

L'excrétion de chlore et de potassium a elle été augmentée aux doses de 500 et 1500 mg/kg, l'HCTZ n'ayant lui augmenté que l'excrétion de chlore .

L'activité salurétique (excrétion de sodium et de chlore) a donc été augmentée à la dose de 500 mg/kg d'EEAS par rapport aux autres groupes.

L'activité natriurétique (rapport excrétion de sodium/excrétion de potassium) était également significative à la dose de 500 mg/kg.

L'inhibition de l'anhydrase carbonique (IAC) se calcule en divisant l'excrétion de chlore par l'excrétion de sodium et de potassium. L'IAC de l'EEAS est significative à la dose de 1500 mg/kg, et comparable à celle de l'HCTZ à la dose de 500 mg/kg.

Ces résultats tendent à suggérer que l'EEAS n'agit pas comme un diurétique de l'anse ou comme un diurétique épargneur potassique, mais comme un diurétique thiazide-like. Les diurétiques thiazidiques, un groupe de médicaments diurétiques à efficacité moyenne, agissent en inhibant le symport chlorure sodium au niveau de la membrane luminale du segment de dilution cortical ou du tubule distal précoce du néphron. L'HCTZ et les diurétiques de type thiazidique ont une action inhibitrice supplémentaire de l'anhydrase carbonique dans le tubule proximal, en raison de leur structure chimique.

L'EEAS contient de la saponine. Hors les saponines sont connues pour des activités physiologiques en lien avec leur structure chimique comme l'altération de la perméabilité membranaire, particulièrement la modulation de l'excrétion rénale de sodium. La présence de saponine dans l'EEAS pourrait donc être responsable de

l'activité salurétique et d'IAC, mais cette hypothèse nécessiterait une validation scientifique ultérieure. (142)

7.11 Hépatoprotecteur

En France, la cause la plus fréquente de maladie du foie (hépatites, cirrhoses, cancers) est l'alcool. La Réunion ne déroge pas à la règle avec des prévalences semblables à celles retrouvées dans les Hauts de France ou la Bretagne. Viennent en deuxième position la prise médicamenteuse et les maladies métaboliques. En effet, avec le développement de ces maladies de civilisation, on observe de plus en plus de stéato-hépatites non alcooliques (ou NASH pour Non Alcoholic Steato Hepatitis = stéato-hépatite non alcoolique ou maladie du soda). En troisième position on retrouve les virus des hépatites, notamment ceux des hépatites A, B et C. (143)

Il n'y a pas de données sur la prévalence des troubles hépatiques à l'île Maurice, et l'île manque de spécialistes concernant ces maladies. Il semblerait que l'obésité soit l'une des principales causes de troubles hépatiques. (144)

In vitro :

L'extrait 50 % éthanolique de plante entière d'*A. spinosus* (EEAS) a été testé sur des hépatocytes de rat fraîchement isolés ainsi que sur des cellules HepG2.

L'hépatotoxicité induite par le tétrachlorure de carbone (CCl_4) a entraîné une augmentation des ALAT, ASAT, phosphatases alcalines, de la bilirubine totale, de la bilirubine directe, et une diminution des TGL (TriGlycérade Lipases), des protéines totales et de l'albumine dans les hépatocytes de rat. L'EEAS a permis de ramener ces paramètres à des valeurs plus proches de la normale de manière dose-dépendante (plus l'extrait testé était concentré, plus l'amélioration des paramètres était significative).

Sur les cellules HepG2, il a été observé que l'EEAS permettait d'augmenter la viabilité des cellules. (52)

In vivo :

L'extrait 50 % éthanolique de plante entière d'*A. spinosus* (EEAS) a été administré à des rats en parallèle avec du CCl_4 . Dans le sérum de ces rats, on a observé un effet protecteur significatif et dose-dépendant sur l'augmentation des ALAT, ASAT, phosphatases alcalines et bilirubine totale, induite par le CCl_4 . L'extrait a également démontré son effet antioxydant en inhibant l'augmentation des malondialdéhydes (indicateur du taux de peroxydation lipidique) et des hydroperoxydes, et en augmentant le GSH, la SOD et la catalase (que le CCl_4 fait diminuer). Là-encore, l'efficacité s'est avérée dose-dépendante. (145)

L'extrait méthanolique de graines d'*A. spinosus* (EMAS) a également permis la restauration de paramètres biologiques chez des rats ayant subi des dommages hépatiques suite à l'administration de deltaméthrine (DLM) (pesticide pyréthrianoïde de synthèse) : phosphatases alcalines, LDH, aminotransférases, malondialdéhydes, SOD, catalase, GSH, GPx. (43)

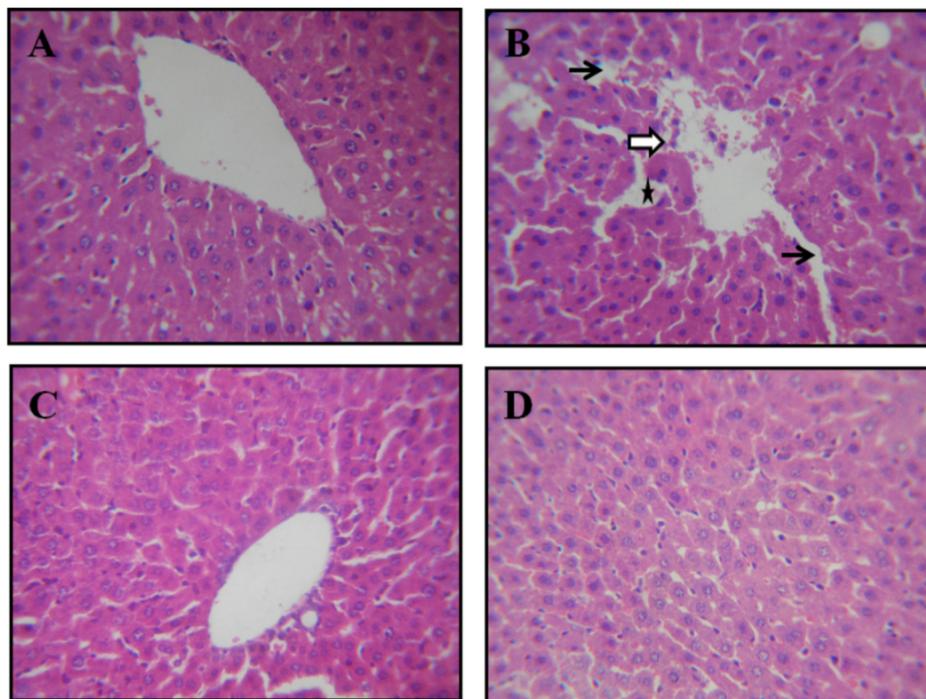
Examen histopathologique de sections de foie de rat : (figures 29 et 30)

Figure 29. Effets de l'extrait méthanolique de graine d'*A. spinosus* (EMAS) sur l'histologie hépatique chez le rat intoxiqué par la DLM. Légende : Rats témoins et rats recevant de l'EMAS (A et D) ont montré une structure histologique normale (400x). B: foie de rat traité à la DLM présentant une dégradation des cellules

membranaires (flèche noire), une vacuolisation des lipides (étoile noire) et une congestion vasculaire majeure (flèche blanche). **C**: rats intoxiqués par la DLM co-traités avec l'EMAS, apparence normale des hépatocytes. (43)

L'administration d'EMAS a permis aux hépatocytes de conserver une apparence normale malgré l'administration concomitante de DLM hépatotoxique (**figure 29**).

L'administration d'EEAS a amélioré l'aspect des sections hépatiques pathologiques observées suite à l'administration de CCl_4 , et ce de manière dose dépendante (**figure 30**).

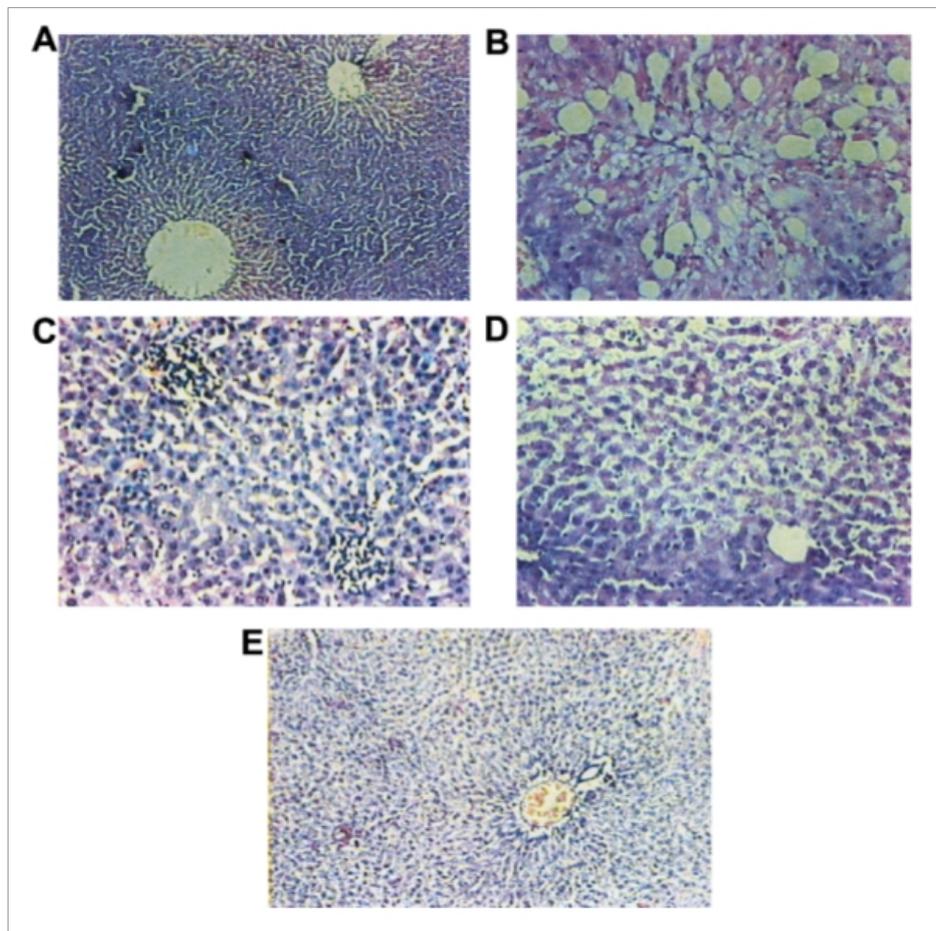


Figure 30. Histopathologie des tissus du foie. Légende : **(A)** Section hépatique de rats témoins normaux : la coupe montre une veine centrale entourée d'un cordon de cellules hépatiques (architecture normale). **(B)** Section hépatique de rats traités au CCl_4 présentant : des changements graisseux massifs, une nécrose, une dégénérescence en ballon, une infiltration large des lymphocytes et la perte des frontières cellulaires. **(C)** Section hépatique de rats traités par CCl_4 et 100 mg/kg d'EEAS montrant : des collections inflammatoires autour de la veine centrale et une nécrose focale avec dilatation sinusoidale. **(D)** Section hépatique de rats traités par CCl_4 et 200 mg/kg d'EEAS montrant : moins de cellules inflammatoires autour de la

veine centrale, absence de nécrose. (E) Section hépatique de rats traités par CCl₄ et 400 mg/kg d'EEAS montrant : infiltration cellulaire inflammatoire minimale. Une architecture hépatique presque proche de la normale. Régénération des hépatocytes autour de la veine centrale. (145)

EEAS et EMAS étaient riches en flavonoïdes et acides phénoliques et possédaient de bonnes capacités antioxydantes, ce qui pourrait expliquer leur potentiel hépatoprotecteur et semblerait justifier l'utilisation traditionnelle d'*A. spinosus* contre la jaunisse, même si l'efficacité chez l'homme a encore besoin d'être prouvée.

7.12 Galactogène

Il n'existe rien de mieux pour l'alimentation du nouveau-né durant les six premiers mois de la vie que le lait de sa mère, et ceci est d'autant plus vrai pour les pays où l'eau n'est pas toujours potable. L'OMS recommande l'allaitement exclusif pendant les six premiers mois puis, de six mois à deux ans voire plus, l'allaitement complété par une autre alimentation. (146)

Mais il arrive que certaines mères manquent de lait et aient besoin de recourir à des stimulants de la lactation, les galactogènes.

Une autre solution consiste à avoir recours aux dons de lait de la part de mères souhaitant redistribuer leurs excédents de lait. Ces dons ont lieu au sein de lactariums. Malheureusement, il n'existe pour l'instant pas de structure de ce type à la Réunion ; une pétition a d'ailleurs été lancée en janvier 2019 par une mère de famille pour demander la création d'un lactarium sur l'île. (147)

Les statistiques d'une enquête menée en 2017 par l'Institut de la santé de Maurice ont révélé que, sur 480 mères, 25% seulement avaient allaité leur bébé pendant les six premiers mois. (148)

La prolactine est une hormone peptidique sécrétée par les cellules lactotropes de la partie antérieure de l'adénohypophyse et qui intervient notamment dans la

stimulation de la lactation. L'administration *per os* d'extrait d'*A. spinosus* en capsules a permis d'augmenter le taux de prolactine et la production de lait chez des femmes allaitantes. Il a également été observé une prise de poids plus importante des nouveaux-nés par rapport au groupe contrôle. Parmi les composés retrouvés dans *A. spinosus*, les stéroïdes et les polyphénols pourraient expliquer cet effet sur la prolactinémie et la lactation, mais le rôle d'autres composés serait également à explorer. (149)

7.13 Immunostimulant

In vitro, sur des cellules de rate de souris, l'extrait aqueux de feuilles d'*A. spinosus* sauvage (EAAS) a montré sa capacité à stimuler la prolifération des splénocytes, mais seuls les lymphocytes B ont pu être stimulés de manière dose-dépendante. En outre, l'EAAS ayant engendré une prolifération plus importante lorsque les lymphocytes B et T étaient testés ensemble que séparément, ceci suggère une interaction entre ces deux types de cellules, les lymphocytes B délivrant probablement un signal activant les lymphocytes T. Après isolement d'une protéine immunostimulante (GF1) dans l'extrait, celle-ci a généré une stimulation 309 fois supérieure à l'EAAS brut. Cette protéine GF1 semble potentiellement intéressante pour un usage nutraceutique ou immuno-pharmacologique. (95)

7.14 Antimicrobien

Staphylococcus aureus constitue la cause la plus fréquente d'infections nosocomiales et communautaires. Dans les années 60, le *Staphylococcus Aureus* Résistant à la Méthicilline (SARM) a été isolé et identifié comme un agent pathogène nosocomial majeur.

À l'île Maurice en juillet 2014, 39 % de SARM ont été dénombrés parmi les *S. aureus* isolés dans les infections de patients hospitalisés.

À la Réunion en 2006/2007, ce taux était d'environ 15 %, et 16 % étaient résistants à l'acide fusidique, tandis que les résistances aux aminoglycosides et aux quinolones augmentaient.

Escherichia coli appartient aux entérobactéries, et la cause principale de résistance chez les entérobactéries est la production de β -lactamases. Parmi ces enzymes, les Bêta-Lactamases à Spectre Élargi (BLSE), découvertes dans les années 80, confèrent une résistance à quasiment tous les antibiotiques de la classe des β -lactamines, à l'exception des céphamycines et des carbapénèmes ; et les BLSE sont inhibées par l'acide clavulanique.

À l'île Maurice en 2014, sur des patients hospitalisés, ont été dénombrés 50,7 % d'entérobactéries résistantes au céfotaxime (β -lactamine, plus précisément céphalosporine de troisième génération) et 56,1 % résistantes à la ciprofloxacine (fluoroquinolone).

À la Réunion la prévalence des entérobactéries BLSE en milieu hospitalier était de 5,8 % en 2007. En 2013, parmi les entérobactéries à BLSE impliquées dans des infections, on retrouvait 37 % d'*E. Coli*. Une prévalence de 14,5 % d'entérobactéries BLSE a été mesurée parmi les chats et les chiens des cliniques vétérinaires.

Les animaux d'élevage, et plus particulièrement les porcs et les volailles, sont également très souvent porteurs d'entérobactéries BLSE, notamment à l'île Maurice.

La résistance des entérobactéries au méropénème chez les patients hospitalisés était de 5,32 % en 2014 à l'île Maurice .

À la Réunion en 2007 on a observé seulement un ou deux cas d'entérobactéries résistantes à l'imipénème par an. (150)

Fusarium solani est un champignon très courant chez l'homme et l'animal. On peut le retrouver dans l'étiologie de maladies très diverses telles la kératite, l'endophtalmie, les infections cutanées, les mycétomes, l'onychomycose, la sinusite, les maladies pulmonaires, l'endocardite, les infections de cathéter, l'arthrite septique. Il a également été signalé dans des systèmes de distribution d'eau à l'hôpital. (151)

On le retrouve également comme pathogène chez les plantes. En voici deux exemples.

La pourriture fusarienne de la tige et des racines est une maladie fongique qui peut se développer sur les plants de vanille. Une étude a retrouvé *F. solani* dans 15 % des échantillons de plants de vanille (*Vanilla planifolia*) atteints de pourriture fusarienne à l'île de la Réunion. Cependant, les symptômes provoqués par ce germe étant bénins, celui-ci est considéré comme un pathogène secondaire de la vanille. (152)

À l'île Maurice, *F. solani* a été identifié comme responsable du flétrissement soudain de fruits de la passion (*Passiflora edulis f. flavicarpa*). (153)

Rhizopus oligosporus (plus exactement *Rhizopus microsporus var. oligosporus*) est un champignon utilisé dans la fabrication du Tempeh. (154) Il n'apparaît pas comme agent pathogène dans la littérature.

Des extraits méthanoliques et aqua-méthanoliques (20/80) de feuilles et de graines d'*A. viridis* ont présenté une activité antimicrobienne sur les bactéries *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*, ainsi que sur les champignons *Fusarium solani* et *Rhizopus oligosporus*, des pathogènes importants chez les plantes et les animaux, ce qui suggère la possible utilisation de ces extraits pour traiter les maladies causées par ces microorganismes. (46, 49)

L'isolement d'un peptide antifongique a déjà été réalisé sur les extraits de graines d'*A. Viridis*. (46)

De plus amples recherches *in vitro* et *in vivo* seraient nécessaires pour établir quels composés des extraits offrent la meilleure efficacité. Des études toxicologiques détaillées seraient également indispensables pour pouvoir utiliser ces extraits, par exemple comme conservateurs alimentaires, ce qui serait une utilisation de haute valeur économique. (46)

7.15 Anti-helminthique

Le nématode le plus fréquemment responsable de parasitose chez l'homme à travers le monde est *Enterobius vermicularis* ou oxyure. (155)

Cependant, il existe une parasitose qui serait plus fréquente à la Réunion qu'en métropole du fait de la prolifération de chiens et de chats errants. En effet, ces chiens et ces chats sont très fréquemment parasités par, respectivement, *Toxocara canis* et *Toxocara cati*, responsables de la toxocarose chez l'homme. « La toxocarose impacterait les enfants réunionnais sept fois plus souvent que ceux de zones rurales en métropole. » (156)

Les nématodes *Strongyloides stercoralis* et *Strongyloides fullbomi* sont présents dans la région de l'océan indien et peuvent causer des anguilluloses. (157)

Des cas de méningites à éosinophiles dues à un nématode, *Angiostrongylus cantonensis* (angiostrongylose) ont déjà été observés dans les Mascareignes. La présence de ce parasite serait liée à celle des achatines (*Achatina fulica*), des escargots géants qui abondent dans les Mascareignes. (158)

Les extraits méthanoliques d'*A. viridis* et d'*A. spinosus* ont été testés sur une espèce de vers de terre que l'on trouve en Inde, *Pheretima posthuma*, choisie pour ses similitudes anatomiques et physiologiques avec les vers ronds parasites intestinaux de l'homme. Les extraits ont tous deux révélé une activité anti-helminthique dose-dépendante, provoquant la paralysie puis la mort du vers. À partir de la concentration de 60mg/mL, les extraits se sont même avérés plus efficaces que le citrate de pipérazine à 10 mg/mL, un médicament anti-helminthique encore utilisé en pharmacie en France pour un usage vétérinaire.

L'activité anti-helminthique des extraits testés pourrait être due à la présence de composés polyphénoliques. (159)

Reste à prouver que ces extraits sont aussi efficaces sur les vers parasites de l'homme et *in vivo* pour asseoir l'utilisation traditionnelle de ces plantes en tant que vermifuges et développer leur usage dans cette indication...

8 CONCLUSION

Amaranthus viridis L. et *Amaranthus spinosus* L. sont des plantes largement répandues dans les zones tropicales à travers le monde.

Elles sont également fréquemment consommées sous forme de légumes ou utilisées en médecine traditionnelle, notamment sous forme de décoctions ou de pâtes, dans diverses indications.

Au regard des publications étudiées, il apparaît que la majorité des bienfaits thérapeutiques attribués à ces amarantes découle de leurs composés antioxydants. Or il existe de nombreuses autres plantes riches en antioxydants dont certaines présentent des taux encore plus élevés.

Rien de bien original donc, mais ces plantes méritent de rester au menu à l'heure où l'alimentation moderne est toujours de plus en plus pauvre en nutriments et de plus en plus riche en calories, et encore plus dans le département français le plus touché par l'une des maladies de civilisation les plus fréquentes, le diabète non insulino-dépendant.

En outre, l'apport en antioxydants mais aussi en nutriments de ces amarantes est très intéressant dans les pays où se nourrir reste difficile, d'autant que certaines amarantes comme *A. spinosus* tolèrent bien une période de sécheresse. Elles constituent également une source de nourriture pour le bétail.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) Chauvet M.; 1998. Note about the history of brèdes. [https://uses.plantnet-project.org/en/Note_about_the_history_of_br%C3%A8des_\(Michel_Chauvet\)](https://uses.plantnet-project.org/en/Note_about_the_history_of_br%C3%A8des_(Michel_Chauvet)), 01/07/19
- (2) Anonyme, Brèdes, <http://www.mi-aime-a-ou.com/bredes.php>, 01/07/19
- (3) Anonyme, Les Mascareignes (2006 mis à jour en 2012). <http://coraux.univ-reunion.fr/spip.php?article16>, 03/07/19
- (4) Anonyme. Ambiance créole. <http://eilam12011.free.fr/p6/avril2016/APPADOO/Site/mascareignes.html>, 03/07/19
- (5) Reymond J., Océan Indien, éd. Marcus; 2003, p. 4-7
- (6) Anonyme, Climat de la Réunion, <http://www.meteofrance.re/climat/description-du-climat>, 03/07/19
- (7) Payet N. Carte schématique de la côte au vent de de la côte sous le vent de l'île de La Réunion; 1999. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CarteClimat.jpg>, 03/07/19
- (8) Merlo R., Quand la Réunion a-t-elle été découverte?; 2012. https://www.clicanoo.re/Zot-Clicanoo/Article/2012/02/08/Quand-la-Reunion-t-elle-ete-decouverte_196998, 03/07/19
- (9) Prudhomme C., « D'autres voies pour la créolisation : Les Mascareignes », *Histoire, monde et cultures religieuses*, 2013/1 (n° 25), p. 67-74. <https://doi.org/10.3917/hmc.025.0067>
- (10) Anonyme; 2009, <https://www.reunionnaisdumonde.com/spip.php?article1782>, 03/07/19
- (11) Md. Reyad-ul-Ferdous, D. M. Shamim Shahjahan, Sharif Tanvir, Mohsina Mukti. Present Biological Status of Potential Medicinal Plant of *Amaranthus viridis*: A Comprehensive Review. American Journal of Clinical and Experimental Medicine. Special Issue: Herbal Remedies as Alternative to Future Drugs Development and Treatment 2015;3(5-1):12-17. <https://doi.org/10.11648/j.ajcem.s.2015030501.13>
- (12) Anonyme, <https://www.lalanguefrancaise.com/dictionnaire/definition-amarante/>, 03/07/19
- (13) Olga E.D. Sogbohossou, Enoch G. Achigan-Dako, Phenetic differentiation and use-type delimitation in *Amaranthus spp.* from worldwide origins, *Scientia Horticulturae* 2014;178:31-42. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.08.003>
- (14) Dehouve Danièle; 2009. « El lenguaje ritual de los mexicas : hacia un método de análisis », in *Image and Ritual in the Aztec World*, Sylvie Peperstraete (éd.),

Oxford, BAR International Series 1896 p.19-33. En ligne sur

<http://www.danieledehouve.com>

(15) Anonyme. Amaranthes à grains. <https://blog.kokopelli-semences.fr/fiches-techniques/amaranthes-a-grains/>, 04/07/19

(16) Lemmens R.H.M.J., Bunyaphatsara N.; 1999. *Amaranthus spinosus* L.. In: de Padua, L.S., Bunyaphatsara, N. and Lemmens, R.H.M.J. (Editors): Plant Resources of South-East Asia No 12(1): Medicinal and poisonous plants 1. PROSEA Foundation, Bogor, Indonesia. Database record: prota4u.org/prosea, 04/07/19

(17) P.C.M. Jansen. *Amaranthus spinosus* L..

[https://www.prota4u.org/database/protav8.asp?](https://www.prota4u.org/database/protav8.asp?fr=1&h=M4&t=Amaranthus.spinosa&p=Amaranthus+spinosa#Synonyms)

[fr=1&h=M4&t=Amaranthus.spinosa&p=Amaranthus+spinosa#Synonyms](https://www.prota4u.org/database/protav8.asp?fr=1&h=M4&t=Amaranthus.spinosa&p=Amaranthus+spinosa#Synonyms), 04/07/19

(18) Conservatoire Botanique National Mascarin, Mascarin Cadetiana. Statistiques de la flore vasculaire de la Réunion par familles.

<https://mascarine.cbnm.org/index.php/flore/statistiques/statistiques-par-famille>,

04/07/19

(19) Anonyme. *Amaranthus viridis* Linnaeus – Amaranthaceae – Dicotylédone.

<http://malherbologie.cirad.fr/Adventrop/especes/a/amavi/amavi.html>, 04/07/19

(20) Anonyme. *Amaranthus spinosus* Linnaeus – Amaranthaceae – Dicotylédone.

<http://malherbologie.cirad.fr/Advenrun/especes/a/amasp/amasp.html>, 04/07/19

(21) Muséum national d'Histoire naturelle [Ed]. 2003-2019. Inventaire National du Patrimoine Naturel. Site web : <https://inpn.mnhn.fr>, 04/07/19

(22) Anonyme. Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew. *Amaranthus*

viridis L.. [http://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:316349-](http://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:316349-2#distribution-map)

[2#distribution-map](http://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:316349-2#distribution-map), 04/07/19

(23) Anonyme, Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew, *Amaranthus spinosus* L..

[http://www.plantsoftheworldonline.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:10711-](http://www.plantsoftheworldonline.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:10711-2#distribution-map)

[2#distribution-map](http://www.plantsoftheworldonline.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:10711-2#distribution-map), 04/07/19

(24) Chauhan B., Johnson D.. Germination Ecology of Spiny (*Amaranthus spinosus*) and Slender Amaranth (*A. viridis*): Troublesome Weeds of Direct-Seeded Rice.

Weed Science 2009;57(4):379-385. <http://www.jstor.org/stable/40586844>

(25) Simon M.; 2009. La photosynthèse. <https://www.cours-pharmacie.com/biologie-vegetale/la-photosynthese.html>, 05/07/19

(26) Mollier P.; 2015, mis à jour en 2019. Les métabolismes photosynthétiques :

intérêts pour l'agronomie. [http://www.inra.fr/Chercheurs-etudiants/Biologie-](http://www.inra.fr/Chercheurs-etudiants/Biologie-vegetale/Toutes-les-actualites/Regards-d-expert-Peut-on-doper-la-photosynthese)

[vegetale/Toutes-les-actualites/Regards-d-expert-Peut-on-doper-la-photosynthese](http://www.inra.fr/Chercheurs-etudiants/Biologie-vegetale/Toutes-les-actualites/Regards-d-expert-Peut-on-doper-la-photosynthese),

05/07/19

- (27) Farquhar G. D., Ehleringer J. R., Hubick K. T.. Carbon isotope discrimination and photosynthesis. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 1989;40:503-537
- (28) Anonyme. Dialogue chimique plantes-microorganismes. Société Chimique de France. <http://www.societechimiquedefrance.fr/dialogue-chimique-plantes-microorganismes.html>, 05/07/19
- (29) Shyamali Roy, A.K. Dutta, D.P. Chakraborty. Amasterol, an ecdysone precursor and a growth inhibitor from *Amaranthus viridis*. *Phytochemistry* 1982;21(9):2417-2420, [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(82\)85224-2](https://doi.org/10.1016/0031-9422(82)85224-2)
- (30) Schleiden Sousa Carvahlo M., Fonseca Andrade-Vieira L., Eduardo dos Santos F., Folgaroli Correa F., Das Graças Cardoso M., Resende Vilela L.. Allelopathic potential and phytochemical screening of ethanolic extracts from five species of *Amaranthus spp.* in the plant model *Lactuca sativa*. *Scientia Horticulturae* 2019; 245:90-98, <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.10.001>
- (31) P.C.M. Jansen. *Amaranthus viridis* L., <https://www.prota4u.org/database/protav8.asp?h=M1,M11,M15,M17,M18,M25,M26,M27,M34,M36,M4,M6,M7,M9&t=Amaranthus,viridis&p=Amaranthus+viridis#Protologue>, 05/07/19
- (32) Nandula, V. K., Wright, A. A., Bond, J. A., Ray, J. D., Eubank, T. W. and Molin, W. T., *EPSPS* amplification in glyphosate-resistant spiny amaranth (*Amaranthus spinosus*): a case of gene transfer via interspecific hybridization from glyphosate-resistant Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*). *Pest. Manag. Sci.* 2014;70: 1902-1909. <https://doi.org/10.1002/ps.3754>
- (33) Kavita P., Puneet G.. Rediscovering the therapeutic potential of *Amaranthus* species: A review. *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences* 2017; 4(3):196-205. <https://doi.org/10.1016/j.ejbas.2017.05.001>
- (34) J.L. Guil Guerrero, J.J. Giménez Martínez, M.E. Torija Isasa. Mineral Nutrient Composition of Edible Wild Plants. *Journal of Food Composition and Analysis* 1998;11(4):322-328. <https://doi.org/10.1006/jfca.1998.0594>
- (35) Nisha Sharma, P.C. Gupta, Ch.V. Rao. Nutrient Content, Mineral Content and Antioxidant Activity of *Amaranthus viridis* and *Moringa oleifera* Leaves. *Research Journal of Medicinal Plants* 2012;6:253-259. <https://doi.org/10.3923/rjmp.2012.253.259>
- (36) Dulce M. Jiménez-Aguilar, Michael A. Grusak. Minerals, vitamines C, phenolics, flavonoids and antioxidant activity of *Amaranthus* leafy vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis* 2017;58:33-39. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.01.005>
- (37) B. Odhav, S. Beekrum, Us Akula, H. Baijnath. Preliminary assessment of nutritional value of traditional leafy vegetables in KwaZulu-Natal, South Africa.

Journal of Food Composition and Analysis 2007;20(5):430-435.

<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.04.015>

(38) Muhali Olaide Jimoh, Anthony Jide Afolayan, Francis Bayo Lewu. Suitability of *Amaranthus* species for alleviating human dietary deficiencies. South African Journal of Botany 2018;115:65-73. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.01.004>

(39) Contributeurs de Wikipédia (2016). "Acide-phénol," *Wikipédia, l'encyclopédie libre*. <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Acide-ph%C3%A9nol&oldid=127286065> (Page consultée le 6 juillet 2019)

(40) Stintzing F., Kammerer D., Schieber A., Hilou A., G Nacoulma O., Carle R.. Betacyanins and Phenolic Compounds from *Amaranthus spinosus* L. and *Boerhavia erecta* L. Zeitschrift für Naturforschung C., Journal of biosciences 2004;59:1-8. <http://dx.doi.org/10.1515/znc-2004-1-201>

(41) Contributeurs de Wikipédia (2019). "Flavonoïde," *Wikipédia, l'encyclopédie libre*. <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Flavono%C3%AFde&oldid=156328591> (Page consultée le 6 juillet 2019)

(42) Kupirijo; 2008. Flavonol skeleton colored. *Wikipédia, l'encyclopédie libre*, https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Flavono%C3%AFde&oldid=156328591#/media/Fichier:Flavonol_skeleton_colored.svg, 06/07/19

(43) Rjeibi I., Ben Saad A., Hfaiedh N.. Oxidative damage and hepatotoxicity associated with deltamethrin in rats: The protective effects of *Amaranthus spinosus* seed extract. Biomedicine & Pharmacotherapy 2016;84:853-860. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2016.10.010>

(44) Kumari Sima, Elancheran R, Devi Rajlakshmi. Phytochemical screening, antioxidant, antityrosinase, and antigenotoxic potential of *Amaranthus viridis* extract. Indian Journal of Pharmacology 2018;50(3):130-138. https://dx.doi.org/10.4103%2Fijp.IJP_77_18

(45) Shamala Salvamani, Baskaran Gunasekaran, Mohd Yunus Shukor, Noor Azmi Shaharuddin, Mohd Khalizan Sabullah, Siti Aqlima Ahmad. "Anti-HMG-CoA Reductase, Antioxidant, and Anti-Inflammatory Activities of *Amaranthus viridis* Leaf Extract as a Potential Treatment for Hypercholesterolemia". Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine 2016; vol. 2016, Article ID 8090841, 10 pages. <https://doi.org/10.1155/2016/8090841>

(46) Muhammad Jarvis Iqbal, Sumaira Hanif, Zahed Mahmood, Farooq Anwar, Amer Jamil. Antioxidant and antimicrobial activities of Chowlai (*Amaranthus viridis* L.) leaf and seed extracts. Journal of medicinal plant research 2012;6(27):4450-4455.

- (47) Morshed Mohammad, Azad Shamim Al, Deb Hridam, Islam Ashraful, Shen Xiaolin. Eco-friendly UV Blocking Finishes Extracted from *Amaranthus viridis* and *Solanum nigrum*. *Tekstilec* 2018;61(2):93-100.
- (48) Oladele Abiodun Ayoka, Opeyemi Esther Ojo, Esegbe Christian Imafidon, Kehinde Aderonke Ademoye, Abraham Ayowole Oladele. Neuro-endocrine effects of aqueous extract of *Amaranthus viridis* (Linn.) leaf in male Wistar rat model of cyclophosphamide-induced reproductive toxicity. *Toxicology Reports* 2016;3:608-619. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2016.07.007>
- (49) Ahmed S., Hanif S., Iftkhar T., "Phytochemical Profiling with Antioxidant and Antimicrobial Screening of *Amaranthus viridis* L. Leaf and Seed Extracts," *Open Journal of Medical Microbiology* 2013;3(3):164-171. <https://doi.org/10.4236/ojmm.2013.33025>
- (50) Ihsanullah Daur. Chemical composition of selected Saudi medicinal plants. *Arabian Journal of Chemistry* 2015;8(3):329-332. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2013.10.015>
- (51) I. Amin, Y. Norazaidah, K.I. Emmy Hainida. Antioxidant activity and phenolic content of raw and blanched *Amaranthus* species, *Food Chemistry* 2006;94(1):47-52. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.10.048>
- (52) Hussain Zeashan, G. Amresh, Satyawani Singh, Chandana Venkateswara Rao, Hepatoprotective and antioxidant activity of *Amaranthus spinosus* against CCl₄ induced toxicity. *Journal of Ethnopharmacology* 2009;125(2):364-366. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2009.05.010>
- (53) Avonti Basak Tukun, Nazma Shaheen, Cadi Parvin Banu, Md. Mohiduzzaman, Saiful Islam, Momtaz Begum. Antioxidant capacity and total phenolic contents in hydrophilic extracts of selected Bangladeshi medicinal plants. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine* 2014;7S1:S568-S573. [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(14\)60291-1](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(14)60291-1)
- (54) Guria Tanmoy, Mondal Arijit, Singha Tanushree, Singh Jagadish, Maity Tapan Kumar. Pharmacological Actions and Phytoconstituents of *Amaranthus spinosus* Linn: A Review. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research* 2014;6(2):405-413.
- (55) Contributeurs de Wikipédia; 2019. "Bétalaïne," *Wikipédia, l'encyclopédie libre*, <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=B%C3%A9tala%C3%AFne&oldid=159691677> (Page consultée le 6 juillet 2019)
- (56) Anonyme; 2016. Vidal / Eureka Santé. Caroténoïde. <https://eurekasante.vidal.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/carotenoide.html>, 07/07/19

- (57) Sena L.P., Vanderjagt, D.J., Rivera C., Tsin, A.T.C., Muhamadu I., Mahamadou O. et al.. Analysis of nutritional components of eight famine foods of the Republic of Niger. *Plant Foods for Human Nutrition* 1998;52(1):17-30.
<https://doi.org/10.1023/A:1008010009170>
- (58) Anonyme. Vitamine A. Société Chimique de France.
<http://www.societechimiquedefrance.fr/vitamine-a.html>, 07/07/19
- (59) Bello S, Meremikwu MM, Ejemot-Nwadiaro RI, Oduwole O. Routine vitamin A supplementation for the prevention of blindness due to measles infection in children. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2016; Issue 8. Art. No.: CD007719.
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD007719.pub4>
- (60) Anonyme. Les micronutriments. Unicef.
https://www.unicef.org/french/nutrition/index_iodine.html, 07/07/19
- (61) Judy D. Ribaya-Mercado. Influence of Dietary Fat on β -Carotene Absorption and Bioconversion into Vitamin A. *Nutrition Reviews* April 2002;60(4):104–110.
<https://doi.org/10.1301/00296640260085831>
- (62) Anonyme. Lutéine. SanteScience. <https://www.santescience.fr/luteine/>, 07/07/19
- (63) Anonyme; 2019. Vitamine C ou acide ascorbique. Anses.
<https://www.anses.fr/fr/content/vitamine-c-ou-acide-ascorbique>
- (64) Anonyme. Fiche nutritionnelle vitamine C. Aprifel. <http://www.aprifel.com/fiche-nutri-composant-vitamine-c.27.html>, 07/07/19
- (65) Anonyme. Fiche nutritionnelle fer. Aprifel. <http://www.aprifel.com/fiche-nutri-composant-fer.11.html>, 08/07/19
- (66) Anonyme. Fiche nutritionnelle calcium. Aprifel. <http://www.aprifel.com/fiche-nutri-composant-calcium.9.html>, 08/07/19
- (67) Anonyme. Fiche nutritionnelle magnésium. Aprifel. <http://www.aprifel.com/fiche-nutri-composant-magnasium.13.html>, 08/07/19
- (68) Anonyme. Fiche nutritionnelle zinc. Aprifel. <http://www.aprifel.com/fiche-nutri-composant-zinc.19.html>, 08/07/19
- (69) Anonyme. Fiche nutritionnelle cuivre. Aprifel. <http://www.aprifel.com/fiche-nutri-composant-cuivre.10.html>, 08/07/19
- (70) Anonyme. Fiche nutritionnelle potassium. Aprifel. <http://www.aprifel.com/fiche-nutri-composant-potassium.16.html>, 08/07/19
- (71) Anonyme; 2014. Vidal / Eureka Santé. Potassium.
<https://eurekasante.vidal.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/potassium.html>, 08/07/19
- (72) Anonyme. Fiche nutritionnelle manganèse. Aprifel. <http://www.aprifel.com/fiche-nutri-composant-manganase.14.html>, 08/07/19

- (73) Pulipati Sowjanya, P. Babu Srinivasa, M. Narasu Lakshmi. Phytochemical and Pharmacological potential of *Amaranthus viridis* L. (review article). International Journal of Phytomedicine 2014;6(3):322-326.
<http://www.arjournals.org/index.php/ijpm/article/view/1444>
- (74) National Research Council (US) Subcommittee on the Tenth Edition of the Recommended Dietary Allowances. Recommended Dietary Allowances: 10th Edition. Washington (DC): National Academies Press (US); 1989. 6, Protein and Amino Acids.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK234922/>
- (75) Anonyme; 2019. Anses. Les protéines. <https://www.anses.fr/fr/content/les-prot%C3%A9ines>, 08/07/19
- (76) Anonyme. CHU de Rouen. Acide alpha-linolénique. <http://www.chu-rouen.fr/page/acide-alpha-linolenique>, 08/07/19
- (77) Ragasa C.Y., Austria J.P.M., Subosa A.F., Torres O.B., Shen C.-C.. Chemical Constituents of *Amaranthus viridis*. Chemistry of Natural Compounds 2015;51(1):146-147. <https://doi.org/10.1007/s10600-015-1224-9>
- (78) Thi Hue Cao, Thi Tu Oanh Nguyen, Tran Huu Giap, Thi Minh Hang Nguyen, Mishchenko N.P., Fedoreyev S.A. et al.. Metabolites of the Vietnamese Plant *Amaranthus viridis*. Chemistry of Natural Compounds 2017;53(6):1150-1151.
<https://doi.org/10.1007/s10600-017-2221-y>
- (79) Shyamali Roy, A.K. Dutta, D.P. Chakraborty. Amasterol, an ecdysone precursor and a growth inhibitor from *Amaranthus viridis*. Phytochemistry 1982;21(9):2417-2420. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(82\)85224-2](https://doi.org/10.1016/0031-9422(82)85224-2)
- (80) Alsarhan A., Sultana N., Al-Khatib A., Rafiq Abdul Kadir M.. Review on Some Malaysian Traditional Medicinal Plants with Therapeutic Properties. Journal of Basic & Applied Sciences 2014;10:149-159. <https://doi.org/10.6000/1927-5129.2014.10.20>
- (81) Bagozzi D.; 2004. WHO. New WHO guidelines to promote use of alternative medicines. <https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2004/pr44/en/>, 09/07/19
- (82) Gurib-Fakim A., Sewraj M., Gueho J., Dulloo E.. Medicaethnobotany of some weeds of Mauritius and Rodrigues. Journal of Ethnopharmacology 1993;39(3):175-185. [https://doi.org/10.1016/0378-8741\(93\)90034-3](https://doi.org/10.1016/0378-8741(93)90034-3)
- (83) Gurib-Fakim A., Gueho J., Sewraj-Bissoondoyal M.. The Medicinal Plants of Mauritius – Part 1, International Journal of Pharmacognosy 1997;35(4):237-254. <https://doi.org/10.1076/phbi.35.4.237.13313>
- (84) Réunion 1ère; 2019. YouTube. Kosalafé avec Raymond Lucas, naturaliste, émission du 15/03/19. <https://www.youtube.com/watch?v=YsRPSKt8j-M>, 09/07/19
- (85) Fontaine O.. Végétaux sauvages & comestibles de la Réunion et de l'Océan Indien 2010. Consultable en ligne sur

https://issuu.com/evnauvergne/docs/vegetaux_sauvages_et_comestibles_de_la_reunion_-_, 09/07/19

(86) Koné W.M., Koffi A.G., Bomisso E.L., Tra Bi F.H.. Ethnomedical Study and Iron Content of Some Medicinal Herbs Used in Traditional Medicine in Cote D'Ivoire for the Treatment of Anaemia. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines* 2012;9(1). <http://dx.doi.org/10.4314/ajtcam.v9i1.12>

(87) N'Guessan K., Kouassi Konan E., Tiébré M.S.. Plantes utilisées dans le traitement des troubles gynéco-obstétriques par les peuples Abbey et Krobou d'Agboville (Côte-d'Ivoire). *Phytothérapie* 2009;7:262–274.

<https://doi.org/10.1007/s10298-009-0411-x>

(88) Idu M., Ndukwu B.C.. Studies of Plants Used in Ethnomedicine in Ethiope Council Area of Delta State, Nigeria. *Research Journal of Botany* 2006;1(1):30-43.

<https://doi.org/10.3923/rjb.2006.30.43>

(89) Hilou A., Nacoulma O.G., Guiguemde T.R.. In vivo antimalarial activities of extracts from *Amaranthus spinosus* L. and *Boerhaavia erecta* L. in mice. *Journal of Ethnopharmacology* 2006;103(2):236-240.

<https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.08.006>

(90) Khalid M., Bilal M., Hassani D., Zaman S., Huang D.. Characterization of ethno-medicinal plant resources of karamar valley Swabi, Pakistan. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences* 2017;10(2):152-163.

<https://doi.org/10.1016/j.jrras.2017.03.005>

(91) Shoaib Amjad M.. Ethnobotanical profiling and floristic diversity of Bana Valley, Kotli (Azad Jammu and Kashmir), Pakistan. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 2015;5(4):292-299. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(15\)30348-8](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(15)30348-8)

(92) Aziz M. A., Khan A. H., Ullah H., Adnan M., Hashem A., Abd_Allah E. F.. Traditional phytomedicines for gynecological problems used by tribal communities of Mohmand Agency near the Pak-Afghan border area. *Revista Brasileira de Farmacognosia* 2018;28(4):503-511. <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2018.05.003>

(93) Ashok Kumar B. S., Lakshman K., Nandeesh R., Arun Kumar P. A., Manoj B., Vinod Kumar et al.. In vitro alpha-amylase inhibition and in vivo antioxidant potential of *Amaranthus spinosus* in alloxan-induced oxidative stress in diabetic rats. *Saudi Journal of Biological Sciences* 2011;18:1-5. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2010.08.002>

(94) Lal S. D., Yadav B. K.. Folk medicines of Kurukshetra district (Haryana), India. *Economic Botany* 1983;37(3):299-305.

(95) Bi-Fong Lin, Bor-Luen Chiang, Jin-Yuarn Lin. *Amaranthus spinosus* water extract directly stimulates proliferation of B lymphocytes in vitro. *International*

Immunopharmacology 2005;5(4):711-722.

<https://doi.org/10.1016/j.intimp.2004.12.001>

(96) Oratai Neamsuvan, Thamakorn Ruangrit. A survey of herbal weeds that are used to treat gastrointestinal disorders from southern Thailand: Krabi and Songkhla provinces. *Journal of Ethnopharmacology* 2017;209:318-327.

<https://doi.org/10.1016/j.jep.2017.06.039>

(97) Md. Nazmul Hasan, Nur Kabidul Azam, Md. Nasir Ahmed, Akinori Hirashima. *Journal of Traditional and Complementary Medicine* 2015;6(4):337-342.

<https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2015.03.007>

(98) Manali Sughosh Upasani, Sughosh Vishweshwar Upasani, Vishal Gokul Beldar, Chetana Gokul Beldar, Pranjal P. Gujarathi. Infrequent use of medicinal plants from India in snakebite treatment. *Integrative Medicine Research* 2018;7(1):9-26.

<https://doi.org/10.1016/j.imr.2017.10.003>

(99) Al-Asmari A., Manthiri R. A., Abdo N., Al-Duaiji F. A., Khan H. A.. Saudi medicinal plants for the treatment of scorpion sting envenomation. *Saudi Journal of Biological Sciences* 2017;24(6):1204-1211. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.10.010>

(100) Anonyme; 2018. Cancer. Site de l'OMS : <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/cancer>, 13/08/19

(101) Mondal Arijit, Tanmoy Guria, Tapan Kumar Maity, Anupam Bishayee. "A Novel Tetraenoic Fatty Acid Isolated from *Amaranthus spinosus* Inhibits Proliferation and Induces Apoptosis of Human Liver Cancer Cells.". *International journal of molecular sciences* 2016;17(10):1604, <https://doi.org/10.3390/ijms17101604>

(102) Bardot M., Chirpaz E. (2019). Les Cancers à La Réunion. Tableau de Bord. Saint-Denis: ORSOI, Disponible à partir de l'URL : www.ors-ocean-indien.org/

(103) Prajitha V., Thoppil J. E.. Cytotoxic and apoptotic activities of extract of *Amaranthus spinosus* L. in *Allium cepa* and human erythrocytes. *Cytotechnology* 2016;69(1):123-133. <https://doi.org/10.1007/s10616-016-0044-5>

(104) Prajitha V., Thoppil J. E.. Genotoxic and antigenotoxic potential of the aqueous leaf extracts of *Amaranthus spinosus* Linn. using *Allium cepa* assay. *South African Journal of Botany* 2016;102:18-25. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2015.06.018>

(105) Louacheni C. (2019). La santé mentale à La Réunion. Tableau de Bord. Saint-Denis: ORSOI, Disponible à partir de l'URL : www.ors-ocean-indien.org/

(106) Gayan P. (2015). The Mauritius Non Communicable Diseases Survey 2015. Ministry of Health and Quality of Life

(107) Anonyme. Dépression. Site de l'OMS :

<https://www.who.int/topics/depression/fr/>, 13/08/19

- (108) Ashok Kumar B. S., Lakshman K., Velmurugan C., Sridhar S. M., Gopisetty, S.. Antidepressant activity of methanolic extract of *Amaranthus spinosus*. *Basic and clinical neuroscience* 2014;5(1):11–17.
- (109) Porsolt R. D., Bertin A., Jalfre M.. Behavioral despair in mice: a primary screening test for antidepressants. *Archives internationales de pharmacodynamie et de thérapie* 1977;229(2):327-336.
- (110) Nöldner M., Schötz K.. Rutin is Essential for the Antidepressant Activity of *Hypericum perforatum* Extracts in the Forced Swimming Test. *Planta Medica* 2002;68(7):577-580. <https://doi.org/10.1055/s-2002-32908>
- (111) Linde K., Knüppel L.. Large-scale observational studies of *hypericum* extracts in patients with depressive disorders - A systematic review. *Phytomedicine : international journal of phytotherapy and phytopharmacology* 2005;12(1-2):148-157. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2004.02.004>
- (112) Cassano G. B., Pini S., Sacttoni M., Dell'Osso L.. Multiple anxiety disorder comorbidity in patients with mood spectrum disorders with psychotic features. *The American Journal of Psychiatry* 1999;156(3):474-476.
- (113) Abid M., Kumar Gosh A., Ali Khan N.. In Vivo Psychopharmacological Investigation of *Delphinium Denudatum* and *Amaranthus Spinosus* Extracts on Wistar Rats. *Basic and Clinical Neuroscience* 2017;8(6):503-512. <https://doi.org/10.29252/NIRP.BCN.8.6.503>
- (114) Anonyme. Paludisme. Site de l'OMS : <https://www.who.int/topics/malaria/fr/>, 13/08/19
- (115) Anonyme (2019). Paludisme, détails. Site de l'OMS : <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/malaria>, 13/08/19
- (116) Julvez J., Mouchet J., Ragavoodoo C.. Epidémiologie historique du paludisme dans l'archipel des Mascareignes (Océan Indien). *Annales de la Société Belge de Médecine Tropicale* 1990;70(4):249-261. <http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:31233>
- (117) Organisation mondiale de la Santé (2014). Élimination du paludisme sur l'île de La Réunion : 40 ans plus tard. Organisation mondiale de la Santé. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/147228>
- (118) Hilou A., Nacoulma O.G., Guiguemde T.R.. In vivo antimalarial activities of extracts from *Amaranthus spinosus* L. and *Boerhaavia erecta* L. in mice. *Journal of Ethnopharmacology* 2006;103(2):236-240. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.08.006>
- (119) Susantiningsih T., Ridwan R., Prijanti A. R., Sadikin M., Freisleben, H.. Schizonticidal effect of a combination of *Amaranthus spinosus* L. and *Andrographis*

- paniculata* Burm. f./Nees extracts in *Plasmodium berghei*-infected mice. Medical Journal of Indonesia 2012;21(2):66-70. <https://doi.org/10.13181/mji.v21i2.482>
- (120) Hussain Zeashan, G. Amresh, Chandana Venkateswara Rao, Satyawan Singh. Antinociceptive activity of *Amaranthus spinosus* in experimental animals. Journal of Ethnopharmacology 2009;122(3):492-496. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2009.01.031>
- (121) Ashok Kumar B. S., Lakshman K., Jayaveera K. K. N., Vel Murgan C., Arun Kumar P. A., Vinod Kumar R. et al.. Pain management in mice using methanol extracts of three plants belongs to family Amaranthaceae. Asian Pacific Journal of Tropical Medicine 2010;3(7):527-530. [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(10\)60127-7](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(10)60127-7)
- (122) Ashok Kumar B.S., Lakshman K., Jayaveera K. K. N., Shekar D. S., Muragan C. S., Manoj B.. Antinociceptive and antipyretic activities of *Amaranthus viridis* Linn in different experimental models. Avicenna J Med Biotechnol. 2009;1(3):167–171. <http://dx.doi.org/10.2298/ABS1002397K>
- (123) Ashok Kumar B. S., Lakshman K., Jayaveera K.K.N., Shekar D. S., Arun Kumar A., Manoj B.. Antioxidant and antipyretic properties of methanolic extract of *Amaranthus spinosus* leaves. Asian Pacific Journal of Tropical Medicine 2010;3(9):702-706. [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(10\)60169-1](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(10)60169-1)
- (124) Galati E.M., Monforte M.T., Kirjavainen S., Forestieri A.M., Trovato A., Tripodo M.M.. Biological effects of hesperidin, a citrus flavonoid. (Note I): anti-inflammatory and analgesic activity. Farmaco 1994;40:709–712.
- (125) Bittar M., de Souza M.M., Yunes R.A., Lento R., Delle Monache F., Cechinel Filho V.. Antinociceptive activity of I3, I18-binarigenin, a biflavonoid present in plants of the Guttiferae. Planta Medica 2000;66:84–86.
- (126) Calixto J.B., Beirith A., Ferreira J., Santos A.R., Cechinel Filho V., Yunes R.A.. Naturally occurring antinociceptive substances from plants. Phytotherapy Research 2000;14:401–418.
- (127) Chabanet A. (2016). Cholestérol et maladies cardiovasculaires : le point de vue scientifique de la Société Française de Cardiologie. Disponible sur le site de la Société Française de Cardiologie : <https://sfc cardio.fr/communiqués-de-presse>, 17/08/19
- (128) Anonyme. Le cholestérol. Disponible sur le site de la Fédération Française de Cardiologie : <https://www.fedecardio.org/Je-m-informe/Reduire-le-risque-cardio-vasculaire/le-cholesterol>, 17/08/2019
- (129) Shamala Salvamani, Baskaran Gunasekaran, Mohd Yunus Shukor, Md. Zuki Abu Bakar, Siti Aqlima Ahmad. Phytochemical investigation, hypocholesterolemic and

anti-atherosclerotic effects of *Amaranthus viridis* leaf extract in hypercholesterolemia induced rabbits. RSC Advances 2016;6:32685-32696.

<http://dx.doi.org/10.1039/C6RA04827G>

(130) N.V. Bhagavan, Chung-Eun Ha. Chapter 17 - Lipids II: Phospholipids, Glycosphingolipids, and Cholesterol. Editor(s): N.V. Bhagavan, Chung-Eun Ha. Essentials of Medical Biochemistry (Second Edition), Academic Press 2015, Pages 299-320, ISBN 9780124166875, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416687-5.00017-8>

(131) Shamala Salvamani, Baskaran Gunasekaran, Mohd Yunus Shukor, Noor Azmi Shaharuddin, Mohd Khalizan Sabullah, Siti Aqlima Ahmad. "Anti-HMG-CoA Reductase, Antioxidant, and Anti-Inflammatory Activities of *Amaranthus viridis* Leaf Extract as a Potential Treatment for Hypercholesterolemia". Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine 2016; vol. 2016, Article ID 8090841, 10 pages. <https://doi.org/10.1155/2016/8090841>

(132) Ramdas Pandhare, Sangameswaran Balakrishnan, Popat Mohite, Shantaram Khanage. Antidiabetic and antihyperlipidaemic potential of *Amaranthus viridis* (L.) Merr. In streptozotocin induced diabetic rats. Asian Pacific Journal of Tropical Disease 2012;2(supplément1):S180-S185. [https://doi.org/10.1016/S2222-1808\(12\)60148-0](https://doi.org/10.1016/S2222-1808(12)60148-0)

(133) Girija K., Lakshman K., Pruthvi N., Chandrika P.U.. Antihyperglycemic and hypolipidemic activity of methanolic extract of *Amaranthus viridis* leaves in experimental diabetes. Indian J Pharmacol 2011;43:450-4. <https://doi.org/10.4103/0253-7613.83120>

(134) Girija K., Lakshman K., Chandrika Udaya, Ghosh Sabhya Sachi, Divya T., Anti-diabetic and anti-cholesterolemic activity of methanol extracts of three species of *Amaranthus*. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine 2011;1(2):133-138. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(11\)60011-7](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(11)60011-7)

(135) Anonyme. Diabète. Site de l'OMS : https://www.who.int/topics/diabetes_mellitus/fr/, 18/08/19

(136) Anonyme (2017). Le diabète, une priorité à la Réunion. Site de la CGSS de la Réunion : <https://www.cgss.re/actualites/le-diabete-une-priorite-la-reunion>, 18/08/19

(137) Anonyme (2017). Maladies cardiovasculaires. Site de l'OMS : [https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)), 18/08/19

(138) Ricquebourg M. (2017). Les maladies cardiovasculaires à La Réunion. Tableau de Bord. Saint-Denis: ORSOI, Disponible à partir de l'URL : www.ors-ocean-indien.org/

- (139) Saravanan G., Ponmurugan P., Sathiyavathi M., Vadivukkarasi S., Sengottuvelu S.. Cardioprotective activity of *Amaranthus viridis* Linn: Effect on serum marker enzymes, cardiac troponin and antioxidant system in experimental myocardial infarcted rats. International Journal of Cardiology 2013;165(3):494 – 498.
<https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2011.09.005>
- (140) Saravanan G., Ponmurugan P.. *Amaranthus viridis* Linn., a common spinach, modulates C-reactive protein, protein profile, ceruloplasmin and glycoprotein in experimental induced myocardial infarcted rats. J. Sci. Food Agric. 2012;92:2459-2464. <https://doi.org/10.1002/jsfa.5652>
- (141) Chaudhary M.A., Imran I., Bashir S., Mehmood M.H., Rehman N., Gilani A.. Evaluation of gut modulatory and bronchodilator activities of *Amaranthus spinosus* Linn. BMC complementary and alternative medicine 2012;12:166.
<https://doi.org/10.1186/1472-6882-12-166>
- (142) Arul Amuthan, Bharti Chogtu, K.L. Bairy, Sudhakar, Mungli Prakash. Evaluation of diuretic activity of *Amaranthus spinosus* Linn. aqueous extract in Wistar rats. Journal of Ethnopharmacology 2012;140(2):424-427.
<https://doi.org/10.1016/j.jep.2012.01.049>
- (143) Anonyme. Dossier : Les maladies du foie. Convergence (magazine du CHU de la Réunion) 2018;40:6-7.
- (144) La Rédaction de lexxpress.mu (2014). Dr Arun Samanta : « Les troubles hépatiques sont liés à l'obésité. » Disponible sur :
<https://www.lexpress.mu/article/250401/dr-arun-samanta-troubles-hepatiques-sont-lies-lobesite>, 18/08/19
- (145) Hussain Zeashan, G. Amresh, Satyawan Singh, Chandana Venkateswara Rao. Hepatoprotective activity of *Amaranthus spinosus* in experimental animals. Food and Chemical Toxicology 2008;46(11):3417-3421.
<https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.08.013>
- (146) Anonyme. Allaitement. Site de l'OMS :
<https://www.who.int/topics/breastfeeding/fr/>, 18/08/19
- (147) Sandra (2019). Pour l'ouverture d'un lactarium sur l'île de la Réunion, pétition en ligne : <https://www.unepetition.fr/lactarium974>, 18/08/19
- (148) Anonyme (2018). Government committed to promote breastfeeding, says Health Minister. En ligne sur le site officiel de la République de Maurice :
<http://www.govmu.org/English/News/Pages/Government-committed-to-promote-breastfeeding,-says-Health-Minister.aspx>, 18/08/19
- (149) Kuswaningrum O., Suwandono A., Ariyanti I., Hadisaputro S., Suhartono (2017). The impact of consuming *Amaranthus spinosus* L extract on prolactin level

- and breast milk production in postpartum mothers. *Belitung Nursing Journal* 2017;3(5):541-547. <https://doi.org/10.33546/bnj.194>
- (150) Gay N., Belmonte O., Collard J.M., Halifa M., Issack M.I., Mindjae S. et al.. Review of Antibiotic Resistance in the Indian Ocean Commission: A Human and Animal Health Issue. *Frontiers in Public Health* 2017 Jul 6;5:162. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00162>
- (151) Anonyme. *Fusarium solani*. En ligne sur <https://drfungus.org/knowledge-base/fusarium-solani/>, 18/08/19
- (152) Koyyappurath S., Atuahiva T., Le Guen R., Batina H., Le Squin S., Gautheron N. et al.. *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-vanillae* is the causal agent of root and stem rot of vanilla. *Plant Pathology* 2016;65(4):612–625. <https://doi.org/10.1111/ppa.12445>
- (153) Lutchmeah R.S., Musaphur F.B.. Outbreaks and new records. Mauritius. Sudden wilt of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) caused by *Fusarium solani* in Mauritius. *FAO Plant Protection Bulletin* 1993;41(2):126-127 ref.4
- (154) Rusmin S., Ko SD.. Rice-Grown *Rhizopus oligosporus* Inoculum for Tempeh Fermentation. *Appl Microbiol.* 1974 Sep;28(3):347-50.
- (155) Rawla P., Sharma S.. *Enterobius Vermicularis* (Pinworm) [Updated 2019 Jun 26]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2019 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK536974/>, 18/08/19
- (156) Anonyme. Plus de 42 000 chiens errent dans les rues réunionnaises. Imazpress 2019; en ligne sur : <http://www.ipreunion.com/actualites-reunion/reportage/2019/06/12/errance-animale-errance-animale,103280.html>, 18/08/19
- (157) Aubry P., Gaüzère B.A.. La lettre d'information du diplôme et de la capacité de médecine tropicale des pays de l'océan indien. N°23. Avril 2011. En ligne sur : <http://medecinetropicale.free.fr/cours/letinfo23.htm>, 18/08/19
- (158) Alicata J.E.. The presence of *Angiostrongylus cantonensis* in islands of the Indian Ocean and probable role of the giant African snail, *Achatina fulica*, in dispersal of the parasite to the Pacific Islands. *Canadian journal of zoology* 1966;44(6):1041-1049. <https://doi.org/10.1139/z66-111>
- (159) Kumar Ashok B.S., Lakshman K., Jayaveera K.N., Nandeesh R., Manoj B., Ranganayakulu D.. Comparative in vitro anthelmintic activity of three plants from the Amaranthaceae family. *Archives of Biological Sciences* 2010;62(1):185-189. <https://doi.org/10.2298/ABS1001185K>

ANNEXES**Annexe 1. Tableau comparant la teneur en composés phénoliques et flavonoïdes totaux retrouvés dans différentes publications**

	Composés phénoliques totaux (mg/g)	Flavonoïdes totaux (mg/g)
A. viridis feuilles		
États-Unis, sol synthétique et vermiculite, EM à 90% pour les polyphénols, à 50% pour les flavonoïdes) (36)	4,2 ± 0,10 EAG (MF)	1,7 ± 0,058 EC (MF)
Assam, Inde, extrait par un mélange méthanol, eau distillée, chloroforme, hexane (44)	16,4 ± 0,45 EC (MS)	5,28 ± 0,33 EQ (MS)
Selangor, Malaisie, EM à 50% (45)	85,83 ± 1,56 EAG (MS)	152,12 ± 1,41 ER (MS)
Faisalabad, Pakistan, EM à 100% (46)	10,3 ± 5 EAG (MF)	27,8 ± 2 EQ (MF)
Faisalabad, Pakistan, EM à 80% (46)	28,9 ± 2 EAG (MF)	184 ± 3 EQ (MF)
Chine, EA (47)	15 EAG (MS)	47 EQ (MS)
Chine, EM (47)	36 EAG (MS)	72 EQ (MS)
Osun, Nigeria, EA (48)		510 ± 4,7 (MS)
Punjab, Pakistan, EM à 100% (49)	14 ± 5 EAG (MS)	27,8 ± 2 EQ (MS)
Punjab, Pakistan, EM à 80% (49)	28,1 ± 2 EAG (MS)	184 ± 3 EQ (MS)
A. viridis tiges		
Selangor, Malaisie, EM à 50% (45)	26,38 ± 0,34 EAG (MS)	50,97 ± 0,75 ER (MS)
A. viridis graines		
Selangor, Malaisie, EM à 50% (45)	38,12 ± 0,89 EAG (MS)	81,36 ± 0,36 ER (MS)
Faisalabad, Pakistan, EM à 100% (46)	36,4 ± 4 EAG (MF)	54,2 ± 2 EQ (MF)
Faisalabad, Pakistan, EM à 80% (46)	32 ± 3,9 EAG (MF)	25,1 ± 0,7 EQ (MF)
Punjab, Pakistan, EM à 100% (49)	36,1 ± 4 EAG (MS)	54,2 ± 2 EQ (MS)
Punjab, Pakistan, EM à 80% (49)	32,7 ± 3,9 EAG (MS)	25,1 ± 0,7 EQ (MS)
A. viridis plante entière		
Dhaka, Bangladesh, extrait par hexane+dichlorométhane puis acétone+eau+acide acétique (53)	0,33 ± 0,03 EAG (MF)	
Ouest de l'Arabie Saoudite, EM à 70% (50)	36,0 ± 1,33 EAG (MS)	
Selangor, Malaisie, EA (51)	101 ± 0,36 EAG (MS)	
A. spinosus plante entière		
Dhaka, Bangladesh, extrait par hexane+dichlorométhane puis acétone+eau+acide acétique (53)	0,04 ± 0,01 EAG (MF)	
Uttar Pradesh, Inde, Eeth (52)	336 ± 14,3 EAG (MS)	
A. spinosus feuilles		
États-Unis, sol synthétique et vermiculite, EM (à 90% pour les polyphénols, à 50% pour les flavonoïdes) (36)	3,5 ± 0,48 EAG (MF)	1,7 ± 0,56 EC (MF)
A. spinosus graines		
Gafsa, Tunisie, EM (43)	62,14 ± 2,3 EAG (MS)	16,72 ± 1,02 EC (MS)

Annexe 2. Tableau comparant la teneur en minéraux retrouvés dans différentes publications

C° en minéraux en µg/g	Ca	Mg	Cu	Fe	Zn	
A. viridis, feuilles						
Espagne, MF (34)	1500 ± 110	320 ± 50	2,2 ± 0,3	54 ± 5	12 ± 1	
Inde, MF (35)	3300	18420	3000	182	100	
États-Unis, sol synthétique et vermiculite, MF (36)	2400 ± 190	3300 ± 300	2,4 ± 0,091	22 ± 1,7	13 ± 0,62	
Niger, MS (séchée au soleil sans couvrir) (48)	16400	12600	8,3	477	63,2	
Niger, MS (séchée au Soleil en couvrant) (48)	15900	11500	9,5	882	80,8	
A. spinosus, feuilles						
États-Unis, sol synthétique et vermiculite, MF (36)	2600 ± 510	2800 ± 140	1,1 ± 0,11	15 ± 1,2	11 ± 2,2	
Afrique du Sud, MS (37)	39310	11660	30	320	150	
C° en minéraux en µg/g	K	Na	P	Mn	Ni	
A. viridis, feuilles						
Espagne, MF (34)	6700 ± 500	560 ± 80	470 ± 67	7,8 ± 0,8		
Inde, MF (35)	34600	1080	520	80		
États-Unis, sol synthétique et vermiculite, MF (36)	6200 ± 190	29 ± 5,0	930 ± 73	8,5 ± 1,9	0,073 ± 0,0099	
Niger, MS (séchée au soleil sans couvrir) (48)	29900	874	5790	38,4	< 5,0	
Niger, MS (séchée au Soleil en couvrant) (48)	24700	5201	6520	47,2	< 5,0	
A. spinosus, feuilles						
États-Unis, sol synthétique et vermiculite, MF (36)	6200 ± 320	23 ± 9,2	610 ± 61	9,6 ± 1,1	0,049 ± 0,026	
Afrique du Sud, MS (37)		3930	6290	30		
C° en minéraux en µg/g	Mo	S	B	Se	Cr	N
A. viridis, feuilles						
Espagne, MF (34)						7700 ± 850
Inde, MF (35)				19,8	9,2	
États-Unis, sol synthétique et vermiculite, MF (36)	0,31 ± 0,023	1300 ± 34	10 ± 0,71			
Niger, MS (séchée au soleil sans couvrir) (48)	11,2			< 5,0	< 5,0	
Niger, MS (séchée au Soleil en couvrant) (48)	18,6			< 5,0	< 5,0	
A. spinosus, feuilles						
États-Unis, sol synthétique et vermiculite, MF (36)	0,31 ± 0,12	1100 ± 180	5,2 ± 0,76			

U.F.R. DE PHARMACIE DE RENNES		N°	a
PRIGENT, Estelle .- Utilisations ethnobotaniques des amarantes des Mascareignes			
108 feuilles, 32 illustrations, 3 tableaux, 2 annexes- Thèse : Pharmacie ; Rennes 1; 2019 ; N° .			
<p>Sur la vingtaine de taxons présents dans les Mascareignes, deux ont été choisis pour cette recherche bibliographique compte-tenu de leur intérêt thérapeutique potentiel : <i>Amaranthus viridis</i> et <i>Amaranthus spinosus</i>.</p> <p>En effet, ces plantes sont traditionnellement utilisées comme aliments mais aussi en thérapeutique dans de nombreuses régions du globe dont les Mascareignes, et les publications scientifiques répertorient de nombreux effets : génotoxicité et anti-génotoxicité, antidépresseur, anxiolytique, antipaludique, antinociceptif et antipyrétique, antihyperlipidémique, antidiabétique, cardioprotecteur, modulateur intestinal et bronchodilatateur, diurétique, hépatoprotecteur, galactogène, immunostimulant, antimicrobien, anti-helminthique.</p> <p>Si ces divers effets n'ont le plus souvent été démontrés que chez l'animal, il n'en demeure pas moins que ces plantes riches en anti-oxydants et en certains nutriments essentiels méritent de conserver leur place au menu, notamment dans une île comme la Réunion qui s'est développée récemment, et où les habitants ont tendance à délaisser ces légumes de famine au profit d'une alimentation occidentale beaucoup plus riche, laquelle fait exploser certaines maladies comme le diabète de type 2 en particulier.</p>			
Rubrique de classement :		ETHNOBOTANIQUE	
Mots-clés :		Amaranthaceae, Amaranthus, ethnobotanique, Mascareignes, antioxydants, usage thérapeutique	
Mots-clés anglais MeSH :		Amaranthaceae, Amaranthus, ethnobotany, Reunion, Mauritius, antioxydants, therapeutic use	
Président :		Madame Isabelle Morel	
JURY :	Assesseurs :	M. David Delmail	
		Mme. Laurence Ferraguti	