Mémoire de stage

Présenté par Laurine VALADE

Pour obtenir le diplôme d'ingénieur en agro-développement international

Spécialité : Gestion Environnementale des Ecosystèmes et Forêts Tropicales

Valorisation agronomique et agrotouristique des cocoteraies des Îles du Salut

Soutenu publiquement le 18 octobre 2023

à AgroParisTech, centre de Montpellier

devant le jury suivant :

Eric PENOT	Rapporteur externe – Cirad (UMR Innovation)
Antonin HUBERT	Tuteur de stage - OFB
Carla BALTZER	Enseignante-référente - AgroParisTech

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué à l'aboutissement de mes études d'ingénieur, à la réussite de mon stage et à la rédaction de ce mémoire.

Je voudrais dans un premier temps remercier mon tuteur de stage, Monsieur Antonin Hubert, ainsi que la responsable de l'équipe d'ingénierie de projet « Economie et biodiversité » à l'OFB, Madame Clara Zaremski, pour leur accueil, leur confiance et l'autonomie qu'ils m'ont offert pendant ce stage.

Je souhaiterais ensuite exprimer toute ma reconnaissance à mon enseignante-référente à AgroParisTech, Madame Carla Baltzer, pour sa disponibilité, son soutien et ses judicieux conseils qui ont contribué à alimenter ma réflexion tout au long de mon stage.

Je remercie également l'ensemble des personnes faisant partie du comité de suivi du stage : Madame Olivia Elfort, Madame Nathalie Py et Monsieur Pierre Leroy du Cnes, Madame Aurélie Schneider et Monsieur Victor Demagny de l'association Agamis, Madame Adèle Bommier de la DGTM ainsi que Monsieur Tom Calmant et Madame Adèle Thomas de l'association Gadepam. Je les remercie d'avoir été présents lors des réunions d'avancement du stage afin de m'accompagner et de m'orienter.

J'adresse mes sincères remerciements à tous les chercheurs et spécialistes, notamment Madame Andrea Garavito, Monsieur Vincent Guerrere ou encore Monsieur Bernard Perthuis, qui ont pris le temps de discuter de mon sujet. Chacun de ces échanges m'a aidé à faire avancer mon analyse.

Un grand merci à l'UMR EcoFoG de m'avoir accueilli dans leurs bureaux au Campus Agronomique de Kourou durant la première phase de mon stage. Je tiens particulièrement à remercier le directeur du centre AgroParisTech Kourou, Monsieur Stéphane Traissac, pour sa confiance, ainsi que Mesdames Valérie Troispoux et Laëtitia Proux de l'INRAE et Madame Julie Bossu du Laboratoire des Sciences du Bois pour leur prêt de matériel pour l'inventaire de la ressource.

Je désire aussi remercier l'ensemble des personnes enquêtées pour leur bienveillance et leur patience lors des entretiens.

Je tiens spécialement à remercier mes colocataires d'Ebène du Campus Agronomique de Kourou, Aurélien, Benjamin, David, Emma, Lilou, Matisse, Méline et Yann pour leur soutien moral et leur joie de vivre au quotidien. J'adresse une mention spéciale à Lilou, ma meilleure amie, pour son soutien inestimable.

Enfin, je remercie l'ensemble de ma famille et plus particulièrement mes parents, mon frère et ma sœur pour leur amour et leur soutien inconditionnel. Merci à eux de m'avoir permis de devenir la personne que je suis aujourd'hui.

RESUME

Les cocoteraies des Îles du Salut font actuellement l'objet d'un entretien coûteux et ne sont plus valorisées depuis que le Cnes en est propriétaire. Découlant d'une volonté de mise en valeur du patrimoine naturel et historique du site, cette étude propose des mesures de gestion et de valorisation durables et rentables des cocoteraies. Ces mesures combinent le potentiel productif de la ressource évalué par inventaire avec les attentes des futurs porteurs de projets, les contraintes spécifiques et la gestion actuelle du site obtenus lors d'enquêtes semi-directives.

En raison du contexte maritime très favorable des îles, la ressource est tellement prolifique qu'elle entraîne une surdensité en cocotiers. Afin de gagner en productivité, des coupes d'éclaircies, une fertilisation organique et une gestion des ravageurs sont donc à prévoir. L'exploitation de la ressource va se limiter aux zones de cocoteraies les plus accessibles dans un premier temps, en laissant les autres en libre évolution. Diverses voies de valorisation sont proposées : (1) la voie alimentaire avec la fabrication d'eau, de lait, d'huile et de sorbet à la coco ; (2) la voie agronomique avec le broyage de déchets verts de cocotiers ainsi que (3) la voie agrotouristique avec l'aménagement d'un parcours de découverte des cocoteraies.

Mots-clés : Cocoteraie, cocotier, Îles du Salut, Guyane, mesure de gestion, exploitation, valorisation, durabilité, rentabilité, filière.

ABSTRACT

The coconut groves of the Salvation Islands are currently undergoing expensive maintenance and are no longer valued since Cnes owns them. This study stems from a desire to enhance the natural and historical heritage of the site and proposes measures for the sustainable and profitable management and development of coconut plantations. These measures combine the productive potential of the resource evaluated by inventory with the expectations of future project holders, the specific constraints and the current management of the site obtained during semi-directive surveys.

The resource is so prolific due to the very favourable maritime context of the islands that it leads to an excessive density of coconut trees. In order to increase productivity, thinning cuts, organic fertilization and pest management are to be expected. The exploitation of the resource will be limited to the most accessible coconut areas at first, leaving the others in free evolution. Various ways of valorisation are proposed: (1) the food way with the making of water, milk, oil, and coconut sorbet; (2) the agronomic way with the crushing of green coconut waste and (3) the agri-tourism way with the construction of a discovery trail of the coconut groves.

Keywords: Coconut grove, coconut tree, Salvation Island, French Guiana, management measure, exploitation, valorisation, sustainability, profitability, industry.

SIGLES ET ACRONYMES

% : Pourcent

‰ : Pour mille

Agamis : Association pour Gérer l'Architecture et le Musée des Îles du Salut

CACL : Communauté d'Agglomération du Centre Littoral

CCS : Communauté de Communes des Savanes

cf. : Confer

CHAM : Chantiers Histoire et Architecture Médiévale

Cirad : Centre de Coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement

Cnes : Centre National d'Etudes Spatiales

CSG : Centre Spatial Guyanais

CTG : Collectivité Territoriale de Guyane

CV% : Coefficient de variation

DAC : Direction aux Affaires Culturelles

Deal : Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

DGTM : Direction Générale des Territoires et de la Mer

DHP : Diamètre à Hauteur de Poitrine

Drom : Département et Région d'Outre-Mer

EDF : Electricité De France

Err : Erreur d'échantillonnage

F : Coefficient de forme

G : Surface terrière

g : Gramme

Gadepam : Association pour le Développement et l'Étude des Plantes Aromatiques et Médicinales en Guyane

H : Hauteur

ha : Hectare

INPN : Inventaire National du Patrimoine Naturel

IRHO : Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux

kg : Kilogramme

m^2 : Mètre carré

mEq : Milliéquivalent

ml : Millilitre

mm : Millimètre

N : Nombre de placettes

Nb : Nombre

OCTL : Office du Tourisme du Centre Littoral

OFB : Office Français de la Biodiversité

ONF : Office National des Forêts

PAG : Parc Amazonien de Guyane

ppm : Partie par million

PLU : Plan Local d'Urbanisme

R : Rayon

Ra : Rayon corrigé

REI : Régime Etranger d'Infanterie

RFU : Réserve d'eau Facilement Utilisable

RSMA : Régiment du Service Militaire Adapté

S : Surface placette

SGDE : Société Guyanaise des Eaux

Sgheg : Société de Gestion Hôtelière et d'Exploitation de la Guyane

SIG : Système d'Information Géographique

Stot : Surface totale de cocoteraies

Surf. : Surface

t : Coefficient de Student

T : Tonne

UMR EcoFoG : Unité Mixte de Recherche d'Ecologie des Forêts de Guyane

V : Volume

ZCIT : Zone de Convergence Intertropicale

Znieff : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS 1

RESUME 2

ABSTRACT 2

SIGLES ET ACRONYMES 3

TABLE DES MATIERES 5

1. PREAMBULE 9

2. INTRODUCTION 9

2.1. Contexte et enjeux 9

2.2. Problématisation 10

2.3. Objectifs 11

3. MATERIEL ET METHODES 13

3.1. Site et objet d'étude 13

3.1.1. Les Îles du Salut 13

3.1.1.1 Localisation géographique 13

3.1.1.2 Organisation 14

3.1.1.3 Conditions édapho-climatiques 18

3.1.2. Les cocoteraies 19

3.1.2.1 Historique de la plantation 19

3.1.2.2 Description des cocotiers 20

3.2. Acquisition de données 23

3.2.1. Inventaire de la ressource 23

3.2.1.1 Objectifs de l'inventaire 23

3.2.1.2 Préparation des modalités d'inventaire 23

3.2.1.3 Protocole d'inventaire 27

3.2.1.4 Matériel utilisé 33

3.2.2. Enquêtes semi-directives 33

3.2.2.1 Méthode d'enquête 34

3.2.2.2 Objectifs des enquêtes 34

3.2.2.3 Production de données 34

3.3. Analyse des données 36

3.3.1. Analyse des données d'inventaire 36
3.3.2. Analyse des données d'enquêtes 37
3.3.3. Proposition de mesures de gestion et de valorisation 37

4. RESULTATS 38

4.1. Etat des cocoteraies 38

4.1.1. Périmètre des cocoteraies 38
4.1.2. Nombre de cocotiers 39
4.1.3. Exploitabilité de la ressource 40
4.1.3.1 Accessibilité de la ressource 40
4.1.3.2 Potentiel productif 42
4.1.4. Potentiel de renouvellement 47
4.1.5. Etat nutritionnel et phytosanitaire 50
4.1.5.1 Etat nutritionnel 50
4.1.5.2 Etat phytosanitaire 51
4.1.6. Autres espèces végétales économiquement intéressantes 52

4.2. Proposition d'axes de valorisation 53

4.2.1. Enjeux de la valorisation locale des cocotiers 53
4.2.1.1 Opportunités de valorisation de la ressource des îles 53
4.2.1.2 Conditions de mise en place d'un projet de valorisation de la ressource des îles .. 54
4.2.1.3 Contraintes inhérentes au projet de valorisation de la ressource des îles 55
4.2.2. Voies de valorisation envisagées 56
4.2.3. Organisation de la transformation 60

4.3. Proposition de mesures de gestion 62

4.3.1. Entretien 62
4.3.1.1 Nettoyage des espaces verts 62
4.3.1.2 Fertilisation 65
4.3.1.3 Lutte contre les bio-agresseurs 66
4.3.2. Exploitation 67
4.3.2.1 Délimitation des zones exploitées 68
4.3.2.2 Opérations d'exploitation 68
4.3.2.3 Eclaircies 72
4.3.2.4 Renouvellement 75
4.3.3. Aménagement 75
4.3.3.1 Aménagement agroforestier 75
4.3.3.2 Aménagement antiérosif 78
4.3.3.3 Aménagement agrotouristique 78

4.4. Faisabilité du projet 80

4.4.1. Modèle économique proposé 80
4.4.2. Matrice SWOT du projet 81

5. DISCUSSION 82

5.1. Discussion des choix méthodologiques 82

5.1.1. Choix liés au protocole d'inventaire 82

5.1.2. Choix liés à la préparation des entretiens 84

5.2. Discussion des résultats 84

5.2.1. Résultats de l'inventaire 84

5.2.2. Résultats des enquêtes 85

5.2.3. Préconisations de gestion et de valorisation 86

6. CONCLUSION 87

8. REFERENCES 89

9. TABLE DES TABLEAUX 97

10. TABLE DES FIGURES 98

11. ANNEXES 99

Annexe 1 : Diagramme ombro-thermique des Îles du Salut 99

Annexe 2 : Carte de la topographie des Îles du Salut 100

Annexe 3 : Schéma anatomique d'une coupe transversale de noix de coco 101

Annexe 4 : Carte des zones de présence des cocoteraies sur l'Île Royale et l'Île Saint-Joseph déterminées par photo-interprétation 102

Annexe 5 : Cartographie du plan d'échantillonage 103

Annexe 6 : Cartes des centres de placette de l'Île Royale et de l'Île Saint-Joseph 104

Annexe 7 : Protocole d'inventaire détaillé 105

Annexe 8 : Fiche de collecte de données 113

Annexe 9 : Table de correction de pente 117

Annexe 10 : Cartographie des tampons utilisés pour déterminer l'accessibilité de la ressource 118

Annexe 11 : Table de Student 119

Annexe 12 : Schémas explicatifs du fonctionnement du relascope à chaînette 120

Annexe 13 : Fiche de pesée des noix de coco 121

Annexe 14 : Liste du matériel utilisé pour l'inventaire de la ressource 122

Annexe 15 : Liste des personnes rencontrées lors des enquêtes 123

Annexe 16 : Guides d'entretien 125

Annexe 17 : Extrait de la retranscription de l'entretien avec Brionespace Vert 128

Annexe 18 : Tableau des surfaces terrières et des hauteurs moyennes par placette 129

Annexe 19 : Tableau du calcul du coefficient de forme du cocotier 130

Annexe 20 : Photographies des échantillons de noix de coco pesés 131

Annexe 21 : Tableau de l'appréciation visuelle des noix de l'Île Royale et de l'Île Saint-Joseph 133

Annexe 22 : Photographies de l'état nutritionnel et phytosanitaire des cocoteraies des îles 134

Annexe 23 : Carte de la localisation des manguiers sur l'Île Royale 136

Annexe 24 : Rapport d'enquêtes 137

Annexe 25 : Fiches techniques des processus de valorisation des déchets verts 138

Annexe 26 : Principales carences en éléments nutritifs des cocotiers 141

Annexe 27 : Cartes de la répartition des nouvelles zones d'entretiens des Îles du Salut 144

Annexe 28 : Tableau des différences physiques entre noix mûre et fraîche 146

Annexe 29 : Petit guide de pratiques antiérosives 147

Annexe 30 : Fiche technique des processus de transformation des produits à base de coco 168

1. PREAMBULE

Tout au long de ce mémoire, trois ouvrages non publiés sont utilisés en tant que références bibliographiques. Il s'agit des documents internes et/ou confidentiels suivants :

- Guerrere V. 2019. *Eléments d'étude sur le potentiel économico-commercial et les conditions agroenvironnementales du cocotier en Guyane*. Cayenne : SIMA-PECAT Guyane, 62 p.
- Reinette Y. 2019. *Mission d'assistance technique : Ebauche d'une stratégie de gestion extractiviste des cocotiers des Îles du Salut*. Cayenne : Nexus Environnement, 20 p.
- Perthuis B. 2018. *La culture du cocotier à Mayotte et en Polynésie française*. Guyane : Cirad, 6 p.

Ces ouvrages sont respectivement cités de la façon suivante : (Guerrere V., 2019) ; (Reinette Y., 2019) et (Perthuis B., 2018) dans la suite du mémoire.

2. INTRODUCTION

2.1. CONTEXTE ET ENJEUX

La Guyane est un Département-Région d'Outre-Mer (Drom) français situé dans le Nord-Est de l'Amérique du Sud, limitrophe du Brésil au sud-est et au sud, et du Suriname à l'ouest (Drom-COM, 2017). Bien que ce soit la seule collectivité française d'Outre-Mer de nature continentale, la Guyane abrite un archipel de trois îlots d'origine volcanique : les Îles du Salut. Situé à quatorze kilomètres au large de Kourou sous la trajectoire des lanceurs de fusées, l'archipel est la propriété du Centre National d'Etudes Spatiales (Cnes) depuis 1971 (Mairie de Cayenne, 2023). Ces îles - l'Île Royale, l'Île Saint-Joseph et l'Île du Diable - constituent le premier site touristique de Guyane avec près de 50 000 visiteurs chaque année (Cnes, 2019). La recherche d'un équilibre entre la dynamique de reconquête par la végétation spontanée, la conservation de ce site historique d'importance (vestiges du bagne) et le développement de l'activité touristique est un enjeu fort (Reinette Y., 2019[1]). En effet, la très forte fréquentation touristique accroît la pression sur un patrimoine fragile et peut susciter des projets d'aménagements peu compatibles avec la sauvegarde du site. C'est dans ce contexte qu'en 1999 l'Association pour Gérer l'Architecture et le Musée des Îles du Salut (Agamis) a été créée. Il s'agit d'un consortium regroupant le Cnes, le Conservatoire du littoral, la municipalité de Cayenne, l'Office du Tourisme du Centre Littoral (OTCL), la Communauté de Communes des Savanes (CCS) et la Collectivité Territoriale de Guyane (CTG). Cette association est en charge de la mise en valeur, de la protection et de la connaissance du patrimoine historique et naturel des Îles du Salut. Elle est notamment responsable de la gestion du musée de l'Île Royale, de la réalisation de travaux de réhabilitation du patrimoine et de la mise en place de modalités de gestion adaptées (Hubert A., 2022). Cette valorisation se doit d'être compatible avec les enjeux stratégiques et sécuritaires du site (activité spatiale) mais aussi l'enjeu de préservation de son patrimoine architectural (monuments classés) et environnemental (site classé Znieff (Bordin A. *et al.*, 2015)).

[1] Rapport d'expertise confidentiel du bureau d'étude Nexus Environnement commandité par la Deal en 2019 et cité en préambule.

Des cocoteraies ont été plantées au temps de l'activité pénitentiaire pour produire du combustible (Hubert A., 2022). Elles nécessitent actuellement un entretien coûteux alors qu'elles ne sont plus valorisées depuis que le Cnes en est propriétaire (Hubert A., 2022). Les acteurs impliqués dans la gestion du site souhaitent désormais améliorer la gestion et l'entretien de ces cocoteraies, en permettant leur valorisation sur le plan économique. C'est dans ce contexte que le bureau d'étude Nexus Environnement, commandité par la Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (Deal), a réalisé une ébauche de stratégie de gestion extractiviste des cocoteraies des Îles du Salut. L'objectif de la mission était d'effectuer une série d'observations et de mesures afin de quantifier la ressource valorisable. Installée en 2019, l'équipe d'ingénierie de projets « Economie et biodiversité » de l'OFB[2] a rejoint l'équipe du projet et a proposé d'accueillir un stagiaire sur le sujet. A l'origine, cette mission devait être réalisée en 2020, mais la crise sanitaire du COVID a mis le projet de stage entre parenthèses pendant deux ans. Pendant ce temps, le Cnes et Agamis ont engagé des échanges avec des porteurs de projets en vue d'initier une phase test de valorisation des produits issus de la cocoteraie.

L'idée de proposer un stage d'ingénieur, en parallèle et en lien avec la phase test envisagée avec des porteurs de projets, est finalement apparue comme un bon moyen de faire avancer le projet. L'objectif général du projet est d'étudier les possibilités de valorisation des cocoteraies en prenant en compte les différents enjeux suivants :

- La gestion des cocoteraies en passant d'une logique d'entretien coûteuse à une logique d'exploitation raisonnée respectueuse de la biodiversité présente ;
- La valorisation agro-économique des cocoteraies en exploitant et en transformant in situ les produits et co-produits de cocotiers ;
- Le développement agrotouristique du site en proposant ces produits aux visiteurs des îles ou encore en mettant en place des itinéraires de découverte des cocoteraies.

2.2. PROBLEMATISATION

Bien que la production locale de noix de coco n'ait pas été estimée, la Guyane possède une « certaine ressource en cocotiers » (Guerrere V., 2019[3]). Malgré le développement de certains produits, notamment l'eau et l'huile de coco, le cocotier n'a jamais fait l'objet d'une mise en valeur importante. Son exploitation locale repose encore exclusivement sur une activité de type artisanale, faiblement équipée et non professionnalisée. Cette situation est notamment due à la pression parasitaire impactant les cocotiers du territoire (Louise C. *et al*, 1986) ainsi qu'à l'absence de structuration de la filière et des acteurs associés (Guerrere V., 2019).

Les Îles du Salut constituent un cas écologique particulier : les cocotiers y ont été introduits de façon anthropique par les bagnards dès la fin du XIXème siècle afin de produire de l'huile servant aux lampes et à la cuisine (Reinette Y., 2019). Ces sujets représentent le meilleur matériel végétal observé en Guyane. Ce constat peut s'expliquer par le contexte maritime et les embruns salés qui limitent fortement la pression parasitaire (Reinette Y., 2019). En effet, d'après des observations sur site réalisées par Nexus le 21 février 2019, aucun cas d'attaques sévères n'avait été observé contrairement aux autres

[2] Composée de cinq agents et basée à Cayenne, cette équipe est en charge de l'identification, du soutien et de la promotion de projets basés sur la valorisation économique de la biodiversité. Elle travaille à l'échelle de l'ensemble du territoire national, en hexagone et en Outre-Mer (Hubert A., 2022).

[3] Rapport d'expertise confidentiel du bureau d'étude SIMA-PECAT Guyane commandité par la Deal en 2019 et cité en préambule.

contextes guyanais[4]. Les conditions édapho-climatiques très favorables combinées à l'absence de ramassage des fruits stimulent la prolifération des cocotiers qui « se reproduisent sur place, spontanément, en très grand nombre » (De Granville J.J., 1989). Cette prolifération depuis des années exerce une très forte pression sur le reste de la végétation, disparue par endroit, et entraîne désormais une compétition entre les cocotiers eux-mêmes (Reinette Y., 2019).

Compte tenu de l'abondance des cocotiers sur les Îles du Salut pour des raisons essentiellement liées à l'écologie de la plante, l'exploitation des cocotiers sur ces îles semble être une opportunité intéressante. L'étude menée en 2019 par Nexus (« Mission d'assistance technique : Ebauche d'une stratégie de gestion extractiviste des cocotiers des Îles du Salut ») a permis d'obtenir un premier état des lieux de la ressource disponible.

Au vu de ces différents constats, le stage cherche à approfondir la possibilité de gestion, d'exploitation et de valorisation de cette ressource en répondant à la problématique suivante :

Comment gérer durablement les cocoteraies des Îles du Salut en vue de leur valorisation agronomique et agrotouristique locale ?

Certaines interrogations plus spécifiques émergent de cette question centrale :

- Comment allier les différents enjeux environnementaux, économiques et sociaux dans la mise en valeur des cocoteraies des Îles du Salut ?
- Quel est le mode de gestion adapté pour l'entretien et l'exploitation des cocoteraies ?
- Quelles voies de valorisation des cocoteraies sont les plus rentables et durables ?
- La mise en place d'un atelier de transformation in-situ est-elle pertinente ?

2.3. OBJECTIFS

Le stage a pour objectif de connaître le potentiel productif des cocoteraies des Îles du Salut et d'évaluer l'opportunité de valorisation de ces dernières. L'Île du Diable ne possédant aucune infrastructure en permettant l'accès, seules les cocoteraies de l'Île Saint-Joseph et de l'Île Royale seront étudiées.

Une précédente étude, réalisée en 2019 par le bureau d'étude Nexus Environnement, a permis d'établir un premier état des lieux rapide de la ressource en coco des îles. Grâce à un travail d'analyse bibliographique, de collecte de données sur le terrain et d'entretiens, cet état des lieux est amené à être complété.

La finalité de cette étude est de réaliser un diagnostic des cocoteraies et de leur potentiel de valorisation. Pour ce faire, deux volets d'étude sont menés en parallèle.

Le premier volet est le volet « Entretien, exploitation et récolte ». L'objectif est de réaliser un état des lieux global des cocoteraies et d'évaluer leur potentiel productif. Pour ce faire, les étapes suivantes sont suivies :

- La rédaction d'un état de l'art sur le cocotier afin de connaître son origine, son écologie et ses caractéristiques agronomiques ;

[4] En Guyane, les cocotiers situés sur le continent souffrent couramment de diverses maladies et d'attaques d'insectes : la maladie du Hartrot, la maladie du Little Leaf ou encore l'attaque par le lépidoptère *Castnia daedalus* par exemple (Perthuis B., 2018).

- L'élaboration d'un protocole d'inventaire statistique par échantillonnage de la ressource en cocotiers de l'Île Royale et l'Île Saint-Joseph (cf. partie 3.2.1.) ;
- La réalisation de l'inventaire de la ressource en cocotiers afin d'obtenir des données quantitatives et qualitatives sur celle-ci ;
- L'analyse des résultats de l'inventaire de la ressource afin d'établir un état des lieux des cocoteraies (cf. partie 4.1.) ;
- La rédaction de recommandations concernant l'entretien, l'exploitation, l'aménagement et le renouvellement des cocoteraies apparaissant en partie 4.2.

Le deuxième volet d'étude est le volet « Valorisation et production ». L'objectif ici est d'évaluer l'opportunité de valorisation de la ressource en cocotiers des îles en tenant compte des différents enjeux et contraintes liés site et aux potentiels futurs porteurs de projet. Dans cette optique, les missions suivantes sont réalisées :

- La rédaction d'un état de l'art sur les techniques de valorisation artisanale des cocotiers, notamment celles locales ;
- L'élaboration de guides d'entretiens et la réalisation d'enquêtes semi-directives auprès de divers acteurs locaux. Une explication de la méthode de ce travail est présentée en partie 3.2.2. ;
- L'analyse des résultats des enquêtes afin de synthétiser l'ensemble des enjeux autour de la valorisation de la coco sur les Îles du Salut. L'analyse complète se trouve dans le rapport d'enquêtes en annexe 23 ;
- La définition des voies de valorisation pertinentes des cocotiers en détaillant les forces et les faiblesses de chacune d'entre-elles. Une réflexion à propos de l'opportunité d'une transformation sur site est également menée. Une synthèse de ces possibilités de valorisation se trouve en partie 4.3.

La finalité de ces deux volets est de proposer des mesures de gestion des cocoteraies en émettant des préconisations concernant l'entretien, l'exploitation, l'aménagement, le renouvellement et la valorisation durable et rentable des cocoteraies des Îles du Salut. Ces mesures, présentées en parties 4.2 et 4.3., peuvent servir de support de réflexion aux agents d'Agamis en charge de la gestion du site ainsi qu'aux potentiels futurs porteurs de projet.

3. MATERIEL ET METHODES

3.1. SITE ET OBJET D'ETUDE

Les données concernant le site et l'objet d'étude proviennent essentiellement de l'état de l'art, c'est-à-dire du compte rendu scientifique et synthétique des connaissances sur le sujet. Néanmoins, certaines informations spécifiques, concernant notamment l'organisation actuelle des Îles du Salut (cf. partie 3.1.1.2.), sont tirées des résultats des enquêtes semi-directives menées auprès des propriétaires et gestionnaires du site.

3.1.1. LES ÎLES DU SALUT

3.1.1.1 Localisation géographique

L'archipel des Îles du Salut, situé à 14 kilomètres au large de Kourou, constitue à la fois un emplacement stratégique pour les activités spatiales et le lieu le plus touristique de Guyane de par son héritage historique. Propriétés du Cnes depuis 1971, ces îles sont évacuées à chaque lancement de fusée et servent de lieu d'observation privilégié des lanceurs pendant la phase de vol (Cnes, 2019).

Cet archipel, d'une superficie totale de 62 hectares (Bordin A. *et al*, 2015), est constitué de trois îlots (cf. figure 1) : l'Île Royale, d'une superficie de 28 hectares et d'une altitude de 66 mètres ; l'Île Saint-Joseph, d'une superficie de 20 hectares et d'une altitude de 30 mètres et l'Île du Diable d'une superficie de 14 hectares et d'une altitude de 40 mètres (Reinette Y., 2019).

Figure 1 : Carte des Îles du Salut (IGN, 2020 ; Google Map, 2023)

3.1.1.2 Organisation

- Propriété

Bien que le Cnes soit le propriétaire principal des Îles du Salut, il ne possède pas l'ensemble des bâtiments de l'Île Royale. En effet, il partage la propriété avec l'Etat et le Conservatoire du Littoral. Lors du rachat des îles par le Cnes en 1971, l'Etat a conservé les bâtiments suivants (Bouju T., 2018) :

- Le phare et ses dépendances qui sont gérés par le service Phares et balises de la Direction de la mer ;
- La parcelle de l'ancienne école, à côté de l'ancien presbytère mis à la disposition des gendarmes et d'Agamis ;
- La maison du chef de quai qui est gérée par la Direction de l'immobilier de l'Etat.

De son côté, le Conservatoire du Littoral est propriétaire depuis 1995 de l'ancienne maison du directeur, réhabilitée en musée et actuellement géré par l'association Agamis (Bouju T., 2018).

- Gestion

La gestion actuelle des Îles du Salut est complexe : elle implique une coopération entre différents services du Cnes, des partenaires institutionnels, des entreprises et des associations (Bouju T., 2018).

Malgré leur localisation, il est important de noter que les Îles du Salut sont administrativement rattachées à la ville de Cayenne (Bouju T., 2018). L'office du tourisme de la capitale est ainsi impliqué dans la gestion des îles puisque celles-ci appartiennent historiquement à une zone de compétence communale (Doumerc V., 2023). L'animation touristique, actuellement assurée par Agamis, devrait alors prochainement être partagée avec l'office du tourisme de Cayenne sous l'égide de la Communauté d'Agglomération du Centre Littoral (CACL). D'autres collectivités territoriales, notamment la ville de Kourou et la Région Guyane, participent également à la réflexion autour de la gestion des îles (Bouju T., 2018).

En raison de son caractère patrimonial, l'Etat contribue aussi à la gestion du site à travers différentes structures (Doumerc V., 2023) :

- Le Conservatoire du Littoral, qui est propriétaire de la Maison de l'ancien directeur transformé en musée géré par l'association Agamis ;
- La Direction aux Affaires Culturelles (DAC), qui accompagne le Cnes dans la réhabilitation du patrimoine depuis 2011 ;
- La Marine Nationale, qui a participé à la réhabilitation de l'ancienne maison du sous-directeur avec le Cnes.

Depuis 2010, une commission des îles a été mise en place à l'initiative de l'État et du Cnes afin d'étudier tous les projets d'aménagement avec les différents partenaires : l'État, le Cnes, les Villes de Cayenne et Kourou, la CACL et le Conservatoire du littoral. Cette commission ne s'est actuellement réunie que deux fois (Bouju T., 2018).

En parallèle des partenaires institutionnels, des entreprises sont également présentes sur les îles afin de participer à la gestion du site (Bouju T., 2018). Depuis son installation par le Cnes en 2012, l'Île Royale est alimentée en eau grâce à un osmoseur, unique en Guyane. La gestion de ce dernier a été confié à la Société Guyanaise des Eaux (SGDE).

Néanmoins, les îles ont la particularité de ne pas être alimentées par le réseau Electricité de France (EDF). En effet, l'Île Royale est autonome grâce à trois groupes électrogènes, dont la gestion est assurée par le Cnes. En ce qui concerne la sécurité du site, un agent de Samsic Sécurité Guyane, société partenaire du Cnes sur la base, est présent quotidiennement sur les îles pour y faire respecter le règlement intérieur. Après avoir pris le relais de la Sothis en juin 2016, l'entreprise Sodexo était responsable de la gestion du complexe hôtelier « L'auberge des îles ». Depuis le 1er mai 2023, un nouveau gestionnaire de l'auberge a pris sa place (Leroy P, 2023a[5]) : il s'agit de la Société de Gestion Hôtelière et d'Exploitation de la Guyane (Sgheg). Enfin, après avoir succédé à la Sotel en 2016, la compagnie Promaritime Guyane assure aux visiteurs la liaison régulière des îles avec le continent (Bouju T., 2018). Par le biais d'une convention, la légion met à disposition du Cnes sa barge, l'Anne Marie, trois jours par semaine afin de transporter le fret et le gros matériel jusqu'aux îles (déchets, gasoil, véhicule, matériaux pour les chantiers…). Depuis septembre 2016, ce transport est aussi effectué par une barge civile, plus petite, appartenant à l'armateur De Boer : la Morlander (Bouju T., 2018).

Diverses associations sont également impliquées dans la gestion des Îles du Salut. Elles participent essentiellement à la valorisation du patrimoine historique et naturel (Doumerc V., 2023). Par convention avec le Cnes, l'association CHAM (Chantiers Histoire et Architecture Médiévale) est en charge de la réhabilitation du patrimoine bâti. Elle restaure notamment les vestiges du bagne avec des jeunes guyanais en insertion professionnelle (Bouju T., 2018). De plus, depuis sa création en 1999, l'association Agamis est en charge de la valorisation du patrimoine et de l'animation touristique des îles (gestion du musée dans l'ancienne maison du directeur).

- Entretien et coûts associés

L'entretien des îles est actuellement piloté par le service Immobilier Patrimoine du Cnes (Leroy P., 2023a).

Actuellement, aucun réel entretien n'est réalisé sur les cocoteraies (Reinette Y., 2019), à l'exception du dégagement des chemins par les prestataires d'Agamis sur l'Île Royale et les légionnaires sur l'Île Saint-Joseph.

Sur l'Île Saint-Joseph, les espaces verts, les chemins et le cimetière sont couramment entretenus par les légionnaires du 3ème Régiment Etranger d'Infanterie. En contrepartie, ces derniers occupent gratuitement les maisons des gardiens (Leroy P., 2023a).

Sur l'Île Royale, le régisseur d'Agamis ainsi que des bénévoles recrutés ponctuellement par l'association s'occupent de l'entretien courant de « l'ensemble du patrimoine de l'île, qu'il soit naturel ou historique » (Leroy P., 2023b[6]). Pour l'entretien des espaces verts, le Cnes fonctionne majoritairement par des opérations de nettoyage ponctuelles auprès de prestataires privés : il fait appel à la société Sodexnet environ 10 fois par an et au Régiment du Service Militaire Adapté (RSMA) entre six et huit fois par an (Leroy P., 2023a). La carte en figure 2 montre les périmètres d'entretien de chacun de ses prestataires. Seules les zones colorées font l'objet d'un entretien régulier (Cnes, 2023).

[5] Propos tirés d'un mail envoyé par M. Leroy P. (responsable gestion de patrimoine hors base du Cnes) le 09 mai 2023

[6] Propos tirés de l'entretien avec M. Leroy P. réalisé le 05 juillet 2023 au CSG de Kourou

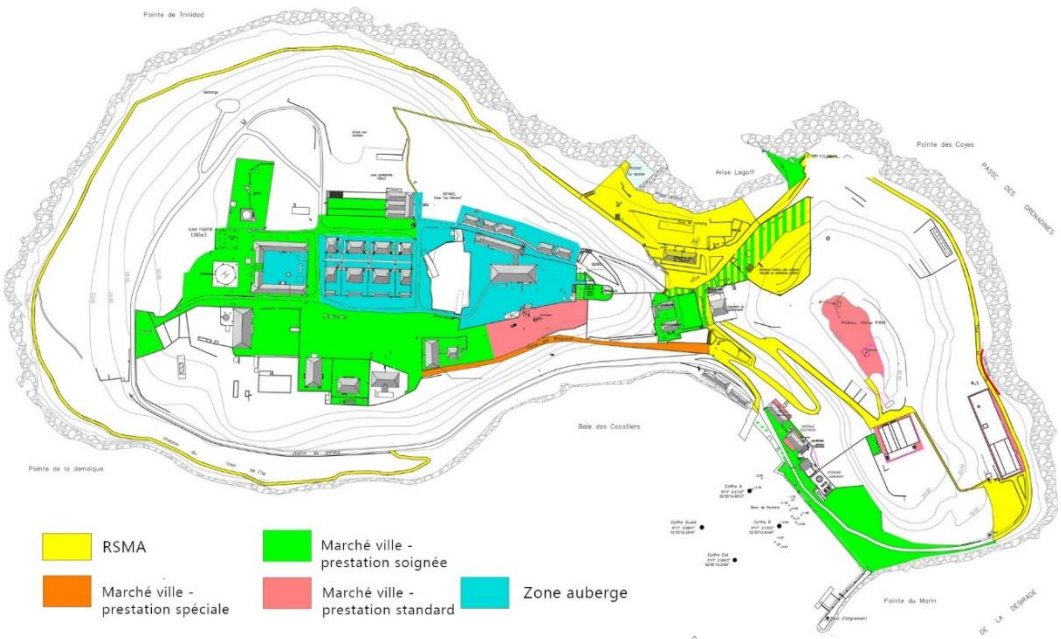


Figure 2 : Carte des zones d'entretien des espaces vert sur l'Île Royale (Cnes, 2023)

En jaune, nous voyons les zones entretenues par le RSMA, qui se concentrent autour du sentier du tour de l'île, de la piscine des bagnards et de la pointe de la Désirade. La zone bleue correspond à la zone de responsabilité de la Sgheg, le gestionnaire de l'auberge, qui entretien elle-même ses espaces verts à proximité des chambres d'hôtel et du restaurant (la fréquence n'est pas communiquée). Il semblerait que cette dernière ait récemment trouvé un prestataire pour cet entretien (Leroy P., 2023b). Toutes les autres couleurs, c'est-à-dire rose, orange et vert, correspondent aux zones entretenues par la société Sodexnet. Les différences de couleur dépendent du type de prestation (Leroy P., 2023b) : en rose une prestation standard qui se limite à du défrichage pour les zones peu fréquentées, en orange une prestation spéciale pour la zone en pente en face de la baie des cocotiers et en vert une prestation soignée pour les zones les plus fréquentées par les touristes.

En plus de ces nettoyages réguliers des espaces verts, des opérations plus exceptionnelles d'élagage et de broyage de déchets verts sont réalisées au besoin par deux entreprises : CHM solution et Brionespace Vert (Leroy P., 2023b). Ces deux sociétés possèdent des broyeurs qu'ils font venir du continent pour ces occasions. Une campagne d'abattage des arbres dangereux et gênants est également réalisée annuellement dans le but de sécuriser les lieux de passage et les monuments (Leroy P., 2023b).

En ce qui concerne l'entretien des bâtiments, l'association Agamis se charge de maintenir en état les monuments historiques. Pour le compte du Cnes, Sodexo réalise l'entretien et le maintien en fonctionnement de tous les bâtiments « habités ».

Le coût actuel de l'entretien du site est légèrement supérieur à 2 millions d'euros par an (Leroy P., 2023a). Ce coût regroupe l'entretien des bâtiments et des espaces verts ainsi que la gestion des déchets. Les coûts liés à l'entretien des bâtiments varient fortement en fonction des années et des travaux à réaliser. Les coûts liés à l'entretien des espaces verts et à la gestion des déchets, quant à eux, restent globalement les mêmes d'année en année. Le Cnes dépense 72 000 euros par an pour la gestion des déchets sans compter leur transport jusqu'au continent par barge, soit une trentaine de rotations à l'année. L'entretien des espaces verts coûte environ 200 000 euros par an au Cnes. La répartition des coûts est présentée dans le tableau 1 (Leroy P., 2023a).

Tableau 1 : Répartition des coûts d'entretien des espaces verts des Îles du Salut (Leroy P., 2023a)

Type d'opération	Coût
Prestation d'entretien régulier	35 000 + 20 000 €
Campagne d'abattage annuelle	80 000 €
Broyage des déchets verts	20 000 €
Interventions diverses (ex : débitage de chablis)	15 000 €
Intervention spécifique d'entretien sur l'île du Diable	25 000 €
Divers coûts ponctuels (ex : lutte contre les nuisibles)	Négligeable
TOTAL (par an)	Au minimum 195 000 €

Bien que le Cnes prenne à sa charge la majeure partie des coûts, il est soutenu par la DAC qui assure 40 % du financement des opérations d'aménagement, soit environ 300 000 €/an (Leroy P., 2023a). La Fondation du patrimoine apporte également un soutien financier aux travaux de rénovation (réhabilitation des fresques de la chapelle par exemple), à travers des appels aux dons notamment (Bouju T., 2028).

- Réglementation

Comme énoncé plus tôt, les Îles du Salut sont rattachées à la ville de Cayenne. Ainsi, le site est soumis au Plan Local d'Urbanisme (PLU) de celle-ci (Leroy P., 2023a). Ce dernier classe les îles en zone naturelle (« zone N ») puisqu'il s'agit d'un secteur naturel et forestier ayant un intérêt environnemental. Cet espace est « à protéger, en raison soit de leur qualité esthétique, naturelle, historique ou écologique, soit de l'existence d'une exploitation forestière ou encore de leur caractère d'espace naturel » (Etablissement Public Foncier de Bretagne, 2015). Les zones agricoles et naturelles des documents d'urbanisme sont des zones en principe inconstructibles ou pour lesquelles la constructibilité doit rester très limitée. Les constructions et installations nécessaires à l'exploitation agricole et forestière peuvent être autorisés en « zone N », tout comme les extensions, les changements de destination ou les annexes aux bâtiments d'habitation (Ministère du Logement, de l'Egalité des territoires et de la Ruralité, 2015).

De surcroît, les îles sont en totalité inscrites au titre des monuments historiques puisqu'elles abritent trois bâtiments classés : l'ancien hôpital et la chapelle (y compris les décorations peintes) sur l'Île Royale ainsi que la maison de Dreyfus sur l'île du Diable. Aucuns travaux ne peuvent être engagés sans le consentement de la DAC et de l'architecte des Bâtiments de France (Bouju T. 2018).

Pour finir, les Îles du Salut sont classées Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (Znieff) de type 1 par l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN) ((Bordin A. *et al.*, 2015). Les Znieff de type 1 sont des zones naturellement remarquables : ce sont des « espaces homogènes écologiquement définis par la présence d'espèces, d'associations d'espèces ou d'habitats rares, remarquables ou caractéristiques du patrimoine naturel régional » (Muséum National d'Histoire Naturelle, 2023).

3.1.1.3 Conditions édapho-climatiques

- Conditions climatiques

Le cocotier est une plante très familière des régions tropicales humides, région dans laquelle se trouve les Îles du Salut. D'après la classification de Köppen-Geiger, ces îles bénéficient d'un climat équatorial avec des pluies abondantes et une température constante tout le long de l'année (Nomades D.C., 2023). Rythmé par les variations en latitude de la Zone de Convergence Intertropicale (ZCIT), le cycle des saisons en Guyane se découpe en cinq périodes (Météo France, 2023). Un diagramme ombro-thermique est disponible en annexe 1. Le tableau 2 présente la répartition des saisons dans l'année :

Tableau 2 : Répartition des saisons en Guyane (Météo France, 2023)

Saison	Période
Petite saison des pluies	Décembre à mi-février
Petit été de mars	Mi-février et fin mars
Grande saison des pluies	Avril à fin juin
Ondes tropicales	Juillet à fin août
Grande saison sèche	Septembre à fin novembre

Les bords de mer des zones intertropicales constituent l'habitat naturel du cocotier (Cirad, 2022). Le climat chaud et humide, la forte luminosité ainsi que la présence d'embruns salés sur les îles semblent être particulièrement favorable à la prolifération de cette plante (De Taffin G., 1993). Un ensoleillement de 2000 à 2200 heures par an et une humidité moyenne annuelle de l'air comprise entre 80 à 90 % sont idéales pour stimuler la croissance et favoriser la photosynthèse en permettant l'ouverture des stomates (De Taffin G., 1993). L'optimum de température du cocotier est estimé proche de 27°C de moyenne annuelle avec des extrêmes s'étalant de 20°C à 34°C (De Taffin G., 1993) en sachant que la moyenne mensuelle des minima ne doit pas être inférieure à 18°C. Or, sur ces îles, les températures varient entre 25 et 31°C (Meteoblue, 2023) et le taux d'humidité relative est d'environ 90% (Nomades D.C., 2023). Néanmoins, les températures en milieu de journée en saison sèche peuvent temporairement dépasser ces valeurs. Ce phénomène, étant passager, n'impacte pas le développement du cocotier. En effet, il s'adapte bien au rythme des saisons sèches et humides, notamment grâce à ses feuilles coriaces demi-xérophiles qui lui permettent de résister à des périodes de sécheresse de plusieurs mois (Gerbaud P., 2011).

Le vent est également un facteur à prendre en compte : une brise marine régulière chargée d'embruns est favorable, comme c'est le cas sur les Îles du Salut (Meteoblue, 2023). A contrario, un vent plus fort et sec peut accentuer les phénomènes d'évaporation et donc de dessèchement des feuilles lors des périodes de stress hydrique (De Taffin G., 1993). Les vents violents, lors de cyclones par exemple, peuvent causer des dégâts sur les cocoteraies : arbres déracinés ou cassés, feuillage abîmé, chute de noix. Leur importance dépend de l'âge des arbres, de leur phénotype, de la nature du sol. Les cocotiers jeunes de moins de cinq ou six ans sont peu affectés, tout comme les variétés de « Grands » ou d'hybrides qui ont un bulbe permettant un meilleur ancrage au sol et un stipe plus puissant que les variétés de « Nains », beaucoup plus fragiles (Marty G. *et al.*, 1986).

- Conditions pédologiques

Au niveau pédologique, le cocotier montre une grande adaptabilité vis-à-vis du sol puisque les propriétés du sol lui importent peu (Hébert A. *et al*, 2007). Il est capable de pousser sur des terrains marginaux, généralement impropres à d'autres cultures (Gerbaud P., 2011). Toutes les textures conviennent au cocotier, à l'exception de certains extrêmes comme les sables purs lessivés et certains sols très argileux compacts (Manciot R. *et al*, 1979). Le cocotier est traditionnellement cultivé sur des sols peu fertiles, que ce soit des sols ferrallitiques sur dolérite, des terrains sableux à forte salinité, des sols sulfatés acides de mangroves ou des tourbes profondes (Gerbaud P., 2011). Il est néanmoins important de préciser que de bons rendements dans des sols à fertilité basse ne pourront être obtenus qu'après fertilisation (De Taffin G.,1993). Il a notamment été prouvé que le chlore est nécessaire à la bonne croissance de la noix. C'est la raison pour laquelle le sol sableux des îles est particulièrement favorable à la croissance de cocotiers. S'il n'est pas cultivé près du littoral, le chlorure de sodium (sel) est fréquemment utilisé pour amender le cocotier à moindre coût (Perthuis B., 2018[7]).

Bien que globalement tolérant au niveau édaphique, le cocotier montre une grande sensibilité aux conditions d'hydromorphie (De Taffin G., 1993). En effet, les sols hydromorphes et mal drainés sont à éviter pour les zones à pluviosité satisfaisante. Pour les zones à pluviosité marginale, les sols peu profonds, trop argileux ou gravillonnaires sont également à proscrire (Gerbaud P., 2011). En effet, dans ce type de zone, le sol doit avoir une Réserve d'eau Facilement Utilisable (RFU) la plus élevée possible : il doit donc être profond et meuble, avec une texture idéalement sablo-argileuse (De Taffin G., 1993).

- Conditions topographiques

Les pentes sur les îles sont relativement élevées, les plus fortes pouvant aller jusqu'à 60 % d'après des observations durant l'inventaire. Comme évoqué dans la partie 3.1.1.1., l'altitude culminante de l'Île Royale est de 66 mètres et celle de Saint Joseph est de 30 mètres. Néanmoins, les différences d'altitude sont assez fortes sur une zone restreinte, ce qui explique que certaines zones soient très pentues. La carte en annexe 2 présente les courbes de niveau de l'Île Royale et de l'Île Saint-Joseph.

3.1.2. LES COCOTERAIES

Cette partie résume l'état de l'art réalisé sur l'objet d'étude : le cocotier. Ce travail d'analyse bibliographique a permis de combiner une synthèse des connaissances actuelles sur le cocotier avec l'état des lieux des cocoteraies des îles établit par le bureau d'étude Nexus Environnement en 2019.

3.1.2.1 Historique de la plantation

Les cocotiers des Îles du Salut ont été introduits de façon anthropique à partir de 1852 (Reinette Y., 2019). Les bagnards les ont plantés suite au défrichement de la forêt afin de produire, entre autres, de l'huile servant aux lampes et à la cuisine (Reinette Y., 2019 ; Guerrere V., 2019). La bourre servait à faire des brosses et des balais et une fraction des cocos était valorisée pour l'alimentation, mais à destination du corps pénitencier exclusivement (Guerrere V., 2019).

[7] Document interne au Cirad rédigé par Perthuis B. en 2018 et cité en préambule.

3.1.2.2 Description des cocotiers

- Description botanique

Le cocotier est un grand palmier appartenant à la famille des *Arecaceae* (Hébert *et al.*, 2007). Malgré son apparence, le cocotier n'est pas un arbre au sens botanique du terme, mais plutôt une monocotylédone pouvant mesurer jusqu'à 30 mètres de hauteur. Il n'existe qu'une seule espèce de cocotier dans le monde : *Cocos Nucifera* L. Néanmoins, on compte environ 710 variétés qui se distinguent par leurs caractères morphologiques et biologiques ainsi que leur adaptation à des écologies variées (Hébert *et al.*, 2007). En effet, le cocotier est une plante polymorphe dont l'aspect peut varier fortement selon le sol, le climat, la période de l'année et l'écologie. Le choix variétal dépend de l'objectif de production voulu : eau de coco, huile de coco ou encore bourre (Perthuis B., 2018). Il est possible de classer les écotypes de cocotiers en deux groupes principaux : les « Grands » et les « Nains ». A partir de ces deux groupes de variétés sont créés les hybrides (cultivars) par fécondation artificielle. L'hybride le plus répandu sur la planète est le PB121 issu d'un croisement entre un « Nain Jaune de Malaisie » et un « Grand Ouest Africain » (De Taffin G., 1993).

Les variétés présentes sur les Îles du Salut sont principalement des variétés de « Grand » (Guerrere V., 2019). D'après une étude réalisée en 1989 par l'Institut de Recherche pour les Huiles et Oléagineux (IRHO), une variété « Grands des Îles du Salut » a été recensée sur les îles (Dollet, 1989). En effet, suite à son implantation au XIXème siècle par les bagnards, les cocotiers de type « Grand » se sont multipliés et croisés entre eux par allogamie pour donner une variété spécifique à ce milieu insulaire. Afin de confirmer l'existence de cette variété, une analyse phylogénétique est nécessaire. Néanmoins, une connaissance fine de la variété présente sur les îles importe peu à l'inventaire de la ressource. Effectivement, la variété ne conditionne le potentiel productif uniquement dans des conditions édapho-climatiques particulières. Ainsi, l'ensemble des cocotiers des îles sont considérés comme étant de la variété « Grands Îles du Salut ».

Représentant 95 % des cocotiers plantés, les « Grands » peuvent mesurer 25 à 30 mètres de hauteur (Hébert *et al.*, 2007). Ce type de variété est caractérisé par une croissance en hauteur rapide, un stipe puissant et un fort degré d'hétérogamie (De Taffin G., 1993). Les cocotiers « Grands » sont peu précoces : ils commencent à fructifier après 7 à 10 années de culture, alors que les « Nains » produisent dès la quatrième année après la plantation. Bien qu'ils produisent des noix plus grosses, les cocotiers « Grands » sont généralement moins productifs que les « Nains » (De Taffin G., 1993). Ils sont généralement destinés à la production de chair et coco sèche, car leur albumen est plus développé que chez les variétés naines. De plus, leurs fruits contiennent souvent une plus forte proportion de bourre, et leur albumen contient également un meilleur rendement en huile (Guerrere V., 2019).

- Description écologique

Le cocotier est une plante monocotylédone qui croît, fleurit et fructifie toute l'année : entre 50 et 150 noix sont produites par plant et par an (Gerbaud P., 2011). En fonction de la variété et des conditions de culture, les fruits mettent entre 9 et 12 mois pour arriver à maturité. La longévité de la plante, et donc sa fructification, peut durer plus de cent ans, mais les rendements maximaux sont généralement atteints au bout de 10 à 20 ans (De Taffin G., 1993).

D'un point de vue morphologique, le cocotier est composé d'un appareil végétatif en trois parties, comme un arbre (De Taffin G., 1993) :

- Un système racinaire en cône renversé, appelé « plateau racinaire », qui sert à alimenter la plante en eau et assurer un ancrage du stipe contre les vents violents. Il est important de noter que le système racinaire des « Nains » est moins développé que celui des « Grands » ;
- Un stipe monopode constitué d'un unique bourgeon terminal qui assure sa croissance continue en hauteur, qui est variable selon l'âge, les variétés et les écotypes ;
- La couronne foliaire composée d'une trentaine de feuilles, ou palmes, émises en continu par le bourgeon terminal.

Se trouvant à l'aisselle de chaque feuille, les inflorescences monoïques sont des spadices composés d'un rachis portant des fleurs femelles à leur base et des fleurs mâles à leur extrémité. Les variétés de Nains sont autogames alors que celles de Grands sont plutôt allogames et nécessitent donc pollinisation croisée (De Taffin G., 1993).

Après fécondation, une partie des fleurs femelles évoluent en fruit : une drupe monosperme de forme ovoïde ou ellipsoïde pesant en moyenne 1,5 kilogrammes (Gerbaud P., 2011). Un schéma anatomique d'une coupe transversale du fruit est présenté en annexe 3. Cette drupe globuleuse renferme une graine unique, la noix de coco, qui représente environ 60 % du poids du fruit (Gerbaud P., 2011). Celle-ci comporte les compartiments suivants (De Taffin G., 1993) :

- Un mésocarpe fibreux et résistant de couleur brun rougeâtre, appelé bourre, recouvert d'un épiderme lisse et cireux de coloration variable en fonction de la variété et du stade de maturation ;
- Un endocarpe ligneux brun sombre et très résistant qui se rigidifie au fur et à mesure de la croissance : la coque ;
- Un tégument séminal, pellicule mince brun rougeâtre qui adhère fortement à la coque ;
- Un albumen blanc, brillant et solide tapissant intérieurement la coque : l'amande, partie blanche oléagineuse de 10 à 15 mm d'épaisseur dans laquelle est contenue un embryon de 5 mm de long sous l'un des pores germinatifs ;
- Un albumen liquide légèrement trouble contenu dans une grande cavité : l'eau de coco, stérile, incolore et parfois très parfumée qui constitue la réserve d'eau douce de la noix, destinée à lui permettre de germer même dans des conditions défavorables. Ce liquide représente 25 % de la masse de la noix, qui en contient en moyenne 420 ml (Maciel *et al*, 1992).

La formation et la maturation de la noix de coco est un processus progressif qui entraîne la modification de la proportion et de l'aspect des compartiments du fruit. Tout d'abord, à partir du deuxième mois après pollinisation, une cavité se forme dans l'endosperme et se remplit progressivement d'eau de coco à partir de trois mois pour atteindre son volume maximal à environ sept à huit mois pour ensuite régresser entre neuf et dix mois (Pilai *et al.*, 1959 ; Chikkasubanna *et al,* 1990 ; Diop, 2005). Il a été supposé que l'eau de coco participe progressivement à la formation de l'endosperme solide (Jayalekshmy *et al.*, 1986). La masse totale de la noix, tout comme l'épaisseur de l'albumen, augmentent avec la maturation de la noix jusqu'à sept mois puis décroît (Diop, 2005). La durée de ces différentes phases varie en fonction des variétés.

- Etat de la ressource sur les Îles du Salut

L'état des lieux du bureau d'étude Nexus Environnement a mis en lumière la différence de la ressource en cocotiers entre les îles. En effet, les cocoteraies de l'Île Saint Joseph montrent un fort potentiel productif puisque la densité de plantation y est très importante : 400 pieds par hectare soit environ 5 000 cocotiers sur l'île. La régénération est également très forte : le sol est couvert de noix en germination ou germées aux pieds des sujets adultes. Bien que toutes les classes d'âge soient représentées, une population homogène de cocotiers produisant des noix vertes s'est développée. La végétation est donc extrêmement peu diversifiée, ce qui est à l'origine d'une compétition intraspécifique importante. La multiplication des cocotiers entraîne une prolifération des rats, déjà bien présents sur l'île, ainsi que la hausse du risque d'impact sur les vestiges du bagne, les bâtiments et les cheminements (Reinette Y., 2019).

A contrario, sur l'Île Royale, la ressource est un peu plus faible : 3 000 cocotiers adultes productifs. Plusieurs classes d'âge sont absentes, la population est quasiment représentée par des sujets adultes. En effet, la régénération est limitée par l'impact des ravageurs (rats, singes, agoutis et autres petits rongeurs) et des touristes qui consomment la majorité des fruits tombés au sol. Ainsi, l'état des cocoteraies de l'Île Royale ne semble pas favorable à une exploitation intensive qui risquerait d'empêcher la reproductibilité de la plantation (Reinette Y., 2019). Une simple gestion raisonnée pour entretenir la fonction paysagère de cette cocoteraie semble a priori être plus pertinente d'après Nexus. La vérification de l'état de cette dernière sera cependant à effectuer sur site lors de la phase de terrain.

L'Île du Diable constitue un cas particulier : elle ne possède aucune infrastructure en permettant l'accès. Bien que riche en ressources (estimation de 5 000 cocotiers minimum par visualisation aérienne), l'état phytosanitaire et la reproductibilité des cocotiers (répartition des classes d'âge) n'ont donc pas pu être évalués (Reinette Y., 2019). L'île ne semble donc pas exploitable dans un premier temps pour des questions logistiques.

Pour récapituler, le tableau 3 synthétise les points clés des cocoteraies de chacune des îles afin de mettre en lumière leurs différences.

Tableau 3 : Résumé de l'état des cocoteraies des Îles du Salut (Reinette Y., 2019)

Localisation	Potentiel productif	Etat phytosanitaire	Reproductibilité de la ressource
Île St-Joseph	Fort : 5 000 cocotiers	Moyen : Présence de ravageurs	Très forte : Régénération prolifique
Île Royale	Moyen : 3 000 cocotiers	Moyen : Présence de ravageurs	Faible : Dégradation de la régénération par les ravageurs
Île du Diable	Fort : 5 000 cocotiers	Indéterminé : Absence de moyens d'accès pour son évaluation	

Ainsi, cette étude se concentre sur la gestion et l'exploitation des cocoteraies de l'Île Saint-Joseph et de l'Île Royale. L'Île du Diable, n'étant actuellement pas exploitable de par son inaccessibilité, ne sera pas étudiée dans le cadre du stage.

3.2. ACQUISITION DE DONNEES

La phase d'acquisition de données s'étale sur une période de sept semaines, de fin mai à fin juillet 2023. L'obtention de données s'est faite par le biais d'un inventaire de la ressource sur les îles ainsi que d'enquêtes semi-directives auprès de différents acteurs du territoire.

3.2.1. INVENTAIRE DE LA RESSOURCE

Afin d'estimer le potentiel productif des cocoteraies des Îles du Salut en vue de leur valorisation, un inventaire de la ressource est réalisé sur l'Île Royale et l'Île Saint-Joseph. Cet inventaire est effectué en autonomie début juin sur une durée de huit jours : trois jours sur l'Île Royale et cinq sur l'Île Saint-Joseph.

3.2.1.1 Objectifs de l'inventaire

En plus de vérifier les constats effectués par Nexus en 2019, différents objectifs sont attendus de cet inventaire de la ressource :

- Délimiter précisément le périmètre des cocoteraies ;
- Évaluer l'accessibilité de la ressource ;
- Réaliser un recensement de la population ;
- Estimer le potentiel productif des cocoteraies ;
- Déterminer le potentiel de renouvellement des cocoteraies ;
- Déterminer qualitativement l'état nutritionnel et phytosanitaire des cocotiers ;
- Identifier les autres espèces végétales économiquement intéressantes.

3.2.1.2 Préparation des modalités d'inventaire

- Analyse cartographique

Afin de délimiter les zones de présence des cocoteraies et de pouvoir estimer la surface de ces dernières, une photo-interprétation d'une image satellite de Google Satellite ® est réalisée. L'objectif est de pouvoir ensuite élaborer une grille d'échantillonnage et de placer des points correspondant au centre des placettes au sein des zones de cocoteraies identifiées. La carte des zones de présence des cocoteraies sur l'Île Royale et l'Île Saint-Joseph est présentée en annexe 4.

- Plan d'échantillonnage

Afin de réaliser l'inventaire de la ressource, un inventaire statistique de type « systématique » est effectué. L'objectif de ce type d'inventaire, dont les unités d'échantillonnage sont choisies selon un quadrillage prédéterminé, est de couvrir l'ensemble des cocoteraies de manière aussi uniforme que possible. Les unités d'échantillonnages sont réparties sur une grille régulière appelée « grille d'échantillonnage ». Cette disposition en grille est pratique pour les inventaires intensifs de petites surfaces de peuplement, comme c'est le cas ici. Les mailles de cette grille sont carrées afin d'assurer une exploration plus régulière des cocoteraies que les mailles rectangulaires.

Une cartographie du plan d'échantillonnage, c'est-à-dire la carte des placettes d'inventaire des cocoteraies des Îles du Salut, est disponible en annexe 5.

- DETERMINATION DU NOMBRE DE PLACETTES

Le nombre de placettes N à inventorier est calculé avec la formule suivante :

$$N = (t * (CV\%/err))^2$$

avec N : Nombre de placettes à inventorier
t : Coefficient de Student, estimé à 2
CV% : Coefficient de variation (%)
err : Erreur d'échantillonnage

Afin de déterminer le nombre de placettes N à inventorier, il faut fixer en amont un coefficient de variation (CV%) de la population étudiée ainsi que choisir une erreur d'échantillonnage (err) admissible. Le tableau 4 permet de faire une correspondance entre ces trois variables.

Tableau 4 : Nombre d'unités d'échantillonnage à réaliser en fonction de l'erreur relative d'échantillonnage et du coefficient de variation de la variable étudiée (Dreyfus P., 2023)

Nombre d'Unités d'Échantillonnage à réaliser/décrire en fonction …	… du Coefficient de variation de la variable étudiée (supposé connu au moins approximativement, pour la population étudiée ou des situations similaires) (20 à 50%):						
… de l'Erreur relative d'échantillonnage (= l'incertitude qu'on aura sur la variable étudiée dans la population considérée) acceptée (5 à 20 %) :	20	25	30	35	40	45	50
5	64	98	140	191	248	314	387
10	18	26	37	49	64	80	98
15	9	13	18	23	30	37	45
20	6	8	11	14	18	22	26

D'après l'étude réalisée en 2019 par le bureau d'étude Nexus, la population de cocotiers de l'Île Royale et l'Île Saint-Joseph est relativement homogène : les cocotiers de l'Île Royale sont « presqu'exclusivement des sujets adultes » et sur l'Île Saint-Joseph « une population homogène de cocotiers s'est développée » (Reinette Y., 2019). En se basant sur ces constats, le coefficient de variation (CV%) de ce peuplement, allant de 20 à 50 %, peut être estimé à 20 %. Cette hypothèse postule que la variabilité entre les unités d'échantillonnage, c'est-à-dire les placettes, est faible (Dreyfus P., 2023). Cela reste à discuter suite aux observations issues de l'inventaire.

L'erreur d'échantillonnage (err) admissible, allant de 5 à 20 %, est fixé selon le niveau de précision de l'inventaire désiré. A ce stade du projet de valorisation des cocoteraies, il n'est pas nécessaire d'avoir des valeurs très précises du potentiel productif mais de simples ordres de grandeur. Pour un CV% de 20 %, le nombre de placette à inventorier passe de 64 pour une erreur de 5 % à 18 pour une erreur de 10 %. Puisqu'une précision maximale n'est pas attendue de l'inventaire et que 64 placettes sont trop nombreuses à inventorier dans le cadre du stage, l'erreur d'échantillonnage est fixée à 10 %.

Il y a donc N = 18 placettes à inventorier sur les deux îles. Afin de les répartir équitablement entre les îles, un produit en croix est effectué en se basant sur la superficie des cocoteraies des îles. Cette dernière a été obtenue par Système d'Information

Géographique (SIG) en délimitant visuellement les zones occupées par les cocotiers sur les deux îles (cf. annexe 4). Ainsi, le tableau 5 est obtenu :

Tableau 5 : Répartition du nombre de placettes par îles

Île	**Superficie des cocoteraies** (m²)	**Nombre de placettes**
Royale + St-Joseph	154 751	18
Royale	65 041	8
Saint-Joseph	89 710	10

- ELABORATION DE LA GRILLE D'ECHANTILLONNAGE

L'objectif de la grille d'échantillonnage est de pouvoir positionner les placettes de façon régulière sur notre surface à inventorier. Pour cela, un maillage est réalisé sur QGIS®.

L'élaboration de la grille d'échantillonnage consiste à calculer la dimension des mailles de la grille, c'est-à-dire les espacements entre les placettes. La surface d'une maille dépend de la surface totale des cocoteraies (Stot) ainsi que du nombre de placettes à inventorier (N). En effet, S(maille) = Stot / N (m²).

Grâce à la délimitation spatiale des cocoteraies sur QGIS®, nous avons obtenu une superficie totale Stot = 154 751 m². D'où S(maille) = 154 751 / 18 = 8 597 m².

Comme expliqué plus tôt, les mailles de la grille sont de forme carrée. Ainsi, la longueur d'un côté de la maille est : C(maille) = 8 597 = 93 m. La dimension d'une maille est donc de 93 x 93 mètres.

- LOCALISATION DES PLACETTES

Les placettes ont été placées manuellement sur QGIS® afin qu'elles remplissent les conditions suivantes concernant leur localisation :

- Dans la zone de présence des cocotiers ;
- Sur une ligne de la grille d'échantillonnage ;
- Dans des zones de pente variée (dans la mesure du possible) ;
- A proximité d'un chemin, tout en veillant à ce que la placette ne le chevauche pas.

Les deux derniers critères permettent de cibler des zones plus ou moins pentues a priori facilement accessibles où l'exploitation sera préférentiellement réalisée. De surcroît, la proximité au chemin facilite le cheminement jusqu'au centre des placettes.

Certains centres de placettes se trouvant dans des endroits inaccessibles ou trop proches des chemins sont amenés à être légèrement déplacées par rapport à ceux indiqués sur la carte des placettes d'inventaire initiale. Les cartes en annexe 6 montrent l'emplacement théorique et réel de ces centres : il s'agit des points avec un « r » à la fin de leur identifiant.

- DETERMINATION DE LA FORME ET DE LA DIMENSION DES PLACETTES

Les placettes établies sont de forme circulaire. Il s'agit de la forme la plus couramment utilisée, et ce pour plusieurs raisons :

- Réduction de la proportion d'individus en limite de placette ;
- Mise en place relativement facile et rapide car ne nécessite pas de mesure d'angles pour délimiter les côtés (contrairement à la placette carrée ou rectangle).

La placette circulaire est définie par son centre et son rayon R. Afin de calculer la superficie d'une placette, et donc de trouver son rayon R, il faut connaître le nombre de cocotiers voulu par placette ainsi que la densité des cocoteraies. En effet, on sait que S(cercle) = π*R² et que S(placette) = (Nb. cocotiers voulu par placette * 10 000) / densité d'où R = $\sqrt{\frac{S(placette)}{\pi}}$

D'après le rapport de Nexus, la densité en cocotiers des îles est la suivante (tableau 6) :

Tableau 6 : Densités des cocoteraies des Îles du Salut estimées par Nexus (Reinette Y., 2019)

Île	**Nb cocotiers estimé**	**Surf. cocoteraies** (ha)	**Densité cocotiers**
Royale	3 000	6,5041	461
Saint-Joseph	5 000	8,9710	557

Puisque la densité est très différente selon l'île, la surface des placettes n'est pas la même sur les deux îles. Dans tous les cas, un nombre de cocotiers par placette est fixé à environ dix individus. Ainsi, les dimensions des placettes sont les suivantes :

Pour l'Île Royale : S(placette) = (10*10 000) / 461 = **217 m²** soit R = $\sqrt{\frac{217}{\pi}}$ = **8,3 m**

Pour l'Île Saint-Joseph : S(placette) = (10*10 000) / 557 = **180 m²** soit R = $\sqrt{\frac{180}{\pi}}$ = **7,6 m**

- CALCUL DU TAUX DE SONDAGE

L'intensité d'échantillonnage, aussi appelée « taux de sondage » correspond au rapport entre la taille de l'échantillon (superficie de l'ensemble des placettes inventoriées) et la taille de la population (superficie des cocoteraies). Sachant que le nombre et la surface des placettes est différent en fonction des îles, le taux de sondage l'est également. Le tableau 7 présente le calcul du taux de sondage des îles.

Tableau 7 : Calcul du taux de sondage des îles

Île	**Nb de placette**	**Surface placette** (m²)	**Taille de l'échantillon** (m²)	**Taille de la population** (m²)	**Taux de sondage**
Royale	8	217	1 736	65 041	2,7 %
St-Joseph	10	180	1 800	89 710	2 %

3.2.1.3 Protocole d'inventaire

Le protocole suivant est suivi tout au long de l'inventaire de la ressource sur les îles. Il s'agit d'une synthèse de chacune des étapes. Une version plus détaillée de ce protocole est présentée en annexe 7 dans le but de pouvoir répliquer et mettre à jour cet inventaire à l'avenir. L'ensemble des informations obtenues sont reportées sur les fiches de collecte dont un modèle se trouve en annexe 8.

- Cheminement & mise en place de la placette

Le cheminement jusqu'aux placettes et entre les placettes est effectué à l'aide d'un GPS et de la carte des placettes. Une fois arrivée au point théorique du centre de la placette (défini par le plan d'échantillonnage), le point GPS est sauvegardé.

La matérialisation de la placette circulaire est réalisée à l'aide de quatre jalons et d'un décamètre. Puisque la majorité des placettes inventoriées sont en pente, une table de correction de pente est établie et présentée en annexe 9. Avant la mise en place de chaque nouvelle placette, la pente moyenne est alors mesurée à l'aide d'un clinomètre afin de corriger éventuellement le rayon R de cette dernière.

- Recueil de données

- PERIMETRE DES COCOTIERS

Les zones de présence des cocoteraies sont définies par photo-interprétation d'image Google Satellite ®. La précision n'étant pas assurée et la végétation évoluant assez vite, il est très probable que certaines délimitations soient modifiées durant la phase d'inventaire. En effet, certaines zones peuvent être oubliées ou au contraire prises en compte alors qu'elles ne contiennent pas de cocotiers. Puisque ces surfaces sont utilisées afin d'extrapoler les résultats de l'inventaire à l'ensemble des cocoteraies, il est primordial d'avoir une délimitation des zones de présence de cocotiers aussi fiable que possible. Pour ce faire, des tracés GPS des zones de présence des cocotiers sont pris en cheminant aux limites des cocoteraies.

De plus, lors d'une pré-visite des îles afin de confronter le protocole au terrain, une zone de concentration de régénération est repérée sur l'Île Saint-Joseph. Cette zone est particulièrement intéressante puisqu'elle pourra servir de pépinière pour les potentielles futures plantations. Ainsi, un polygone est tracé sur le GPS en cheminant autour de cette zone.

- ACCESSIBILITE DES COCOTIERS

Dans l'objectif d'élaborer une cartographie de l'accessibilité des zones de présence des cocoteraies, les trois critères suivants sont pris en compte : la pente, la distance à un chemin carrossable et la distance au débarcadère. Afin de combiner ces critères, le logiciel SIG QGIS® est utilisé. Pour la pente, un fichier shapefile avec les courbes de niveaux des îles à 10 mètres est mobilisé. Pour la distance à un chemin carrossable et au débarcadère des tampons, également appelés « buffers », sont créés autour de ces entités. Cinq tampons de 50 mètres sont tracés autour des chemins carrossables et treize tampons de 100 mètres autour des débarcadères afin de couvrir la totalité de la surface des îles. La carte de la topographie se trouve en annexe 2 et celle avec les tampons utilisés en annexe 10.

Afin de pouvoir établir un indice d'accessibilité adapté, l'avis des potentiels porteurs de projet sur le critère le plus contraignant pour l'exploitation de la ressource entre la pente

et l'éloignement à un chemin est demandé. La majorité des personnes enquêtées n'ont pas trouvé que la pente était un réel facteur discriminant pour l'exploitation dans la mesure du raisonnable pour des questions de sécurité et à condition que celle-ci « amène jusqu'à un chemin » (Calmant T., 2023[8]). Le critère de l'éloignement aux chemins est donc important à prendre en compte puisqu'une zone trop enclavée rendrait le transport difficile mais le véritable critère d'attention est l'orientation de ces chemins par rapport aux courbes de niveau. En effet, une pente est favorable à la récolte si les courbes de niveau sont plus ou moins parallèles aux chemins pour que les noix puissent se centraliser à leurs abords. Le critère de la proximité au débarcadère est également intéressant à considérer dans l'accessibilité de la ressource mais reste secondaire dans la mesure où l'acheminement est tout de même assuré par les chemins carrossables.

Ainsi, une classification de différentes zones est effectuée au sein des périmètres réels de cocoteraies en fonction de leur accessibilité : « facilement accessible », « moyennement accessible » et « difficilement accessible ». Le tableau 8 définit leurs conditions.

Tableau 8 : Conditions des différentes zones d'accessibilité

Type de zone	Orientation des courbes de niveau et localisation de la pente par rapport au chemin	Proximité au chemin	Proximité au débarcadère
Facilement accessible	Absence de pente ou courbes de niveau parallèles et pente en amont du chemin	< 50 m	< 500 m
Moyennement accessible	Courbes de niveau parallèles et pente en amont ou en aval du chemin	< 100 m	< 1 000 m
Difficilement accessible	Courbes de niveau non parallèles et pente en amont ou en aval du chemin	≥ 100 m	≥ 1 000 m

Pour qu'une zone soit définie dans une catégorie, il faut qu'elle remplisse les trois critères dans l'ordre de priorité suivant : orientation des courbes de niveau, proximité au chemin et proximité au débarcadère. Si un des critères n'est pas respecté, le type de zone passe automatiquement à un degré d'accessibilité inférieur.

- QUANTIFICATION DES COCOTIERS

L'objectif final ici est de connaître le potentiel productif des cocoteraies. Ainsi, la densité des cocotiers sur les îles, le nombre de coco par pied ainsi que le poids d'une coco sont nécessaires à déterminer.

L'ensemble des données issues de moyennes de plusieurs mesures sont accompagnées d'un intervalle de confiance à 95 %. Le seuil 95 % signifie qu'un risque d'erreur de 5 % est admis sur l'ensemble des mesures. Ce seuil est choisi car il s'agit de celui le plus communément utilisé (Larmarange J., 2008). Sachant que la taille des échantillons est inférieure ou égale à 10, la loi de Student est utilisée. Or, d'après la loi de Student, la formule de l'intervalle de confiance est la suivante :

[8] Propos tirés de l'entretien avec M. Calmant T. (responsable direction, gestion et administration de l'association Gadepam) réalisé le 10 juillet 2023 à Cayenne

$$\textbf{Intervalle de confiance} = \mu \pm \left(t * \left(\frac{\sigma}{\sqrt{N}}\right)\right) \text{ avec}$$

- μ : Moyenne de l'échantillon
- t : Coefficient t de Student déterminé en fonction du degré de liberté (calculé pour chaque échantillon avec la formule ddl = N – 1) et du niveau de confiance (fixé ici à 95 %) (cf. table de Student en annexe 11)
- σ : Ecart type de l'échantillon
- N : Taille de l'échantillon

Comptage des cocotiers

L'objectif de ce comptage est d'estimer la densité de plantation des cocotiers sur les deux îles. Il s'agit de compter tous les cocotiers productifs, c'est-à-dire porteurs d'inflorescences ou de fruits, ainsi que les cocotiers morts, au sol ou sur pied. Le nombre de cocotiers compté est reporté sur la fiche de collecte de données.

Mesure de la hauteur et de la surface terrière

L'objectif de ces mesures est de connaître le volume de stipe valorisable des cocoteraies. Pour connaître le volume, une mesure de la hauteur moyenne et de la surface terrière par placette a été réalisée. En effet, on sait que le volume V d'un peuplement est le produit d'une hauteur H, d'une surface terrière G et d'un coefficient de forme F du peuplement.

Sachant que les cocotiers se développent en peuplements relativement homogènes, la mesure de la hauteur est effectuée à l'aide d'un dendromètre sur quatre cocotiers de la strate la plus présente de la placette (en nombre de cocotiers). L'objectif est de déterminer une hauteur H par placette en faisant la moyenne des hauteurs des quatre cocotiers. Ces hauteurs sont calculées à partir d'angles mesurés en degrés grâce à la formule suivante : H = h x COS(RADIANS(p)) avec H la hauteur corrigée en fonction de la pente (en mètre) et P la pente entre l'observateur et le cocotier (en degré). Or, d'après les formules trigonométriques, h = D x (TAN(RADIANS(|b|) + TAN(RADIANS(|h|))) avec D la distance entre l'observateur et le cocotier (en mètre) et b et h les angles en degré des visées basses et hautes du cocotier (en degré).

La surface terrière G a été estimée sur chaque placette grâce à un relascope à chaînette. Cet outil est très simple d'utilisation et pratique pour réaliser des estimations rapides de la surface terrière d'un peuplement par hectare. Le principe, illustré en image en annexe 12, est le suivant : depuis le centre de la placette, on compte, sur un tour d'horizon complet, le nombre de cocotiers dont le Diamètre à Hauteur de Poitrine (DHP = 1,3 m) dépasse l'encoche (en comptant pour 0,5 les cocotiers apparaissant exactement sur ce diamètre apparent). Il est important de veiller à ce que la chaînette soit maintenue et tendue entre l'œil et l'encoche. Sachant que chaque encoche correspond à une surface terrière de base (0,5, 1, 2 ou 4 m²/ha), la surface terrière de la placette est facilement obtenue en multipliant la surface terrière de l'encoche choisie avec le nombre de cocotiers comptés.

En ce qui concerne le coefficient de forme F, aucune valeur n'a pu être trouvée dans la bibliographie. Ainsi, une estimation de ce coefficient a été effectuée à partir de la mesure des circonférences de 9 stipes à 1,30 mètres du sol (DHP) et à leur cime. Pour ce faire, le grimpeur mobilisé à l'occasion de la récolte des noix de coco sur neuf cocotiers bien définis (cf. partie « Pesée des noix de coco »), prend la mesure de leurs circonférences par la même occasion. Un coefficient de forme expérimental est ainsi établi à partir de la moyenne m des rapports entre les circonférences basses et hautes du stipe.

Comptage des palmes

Sachant qu'il s'agit de la source la plus importante de déchets verts sur les îles, les palmes des cocotiers matures sont quantifiées. Pour ce faire, les palmes vertes et brunes de quatre cocotiers matures différents sont comptées. Ainsi, un nombre moyen de palmes récentes et anciennes par cocotier mature est obtenu pour chaque placette.

Comptage des noix de coco

L'objectif de ce comptage est de connaître le potentiel productif des cocotiers en termes de noix de coco. Pour ce faire, un comptage du nombre de noix de coco par pied ainsi que la pesée de quelques noix a été réalisé.

Il faut bien évidemment assurés qu'il n'y ait pas eu de ramassage récent des cocos sur le site au préalable afin que les résultats ne soient pas biaisés. De plus, il faut tenir compte de l'effet de la saison sur la productivité des cocotiers. En effet, d'après la thèse de Diep T.M.H. publiée en 1994, il existe une évolution cyclique de la production de noix de coco entre la saison sèche et la saison des pluies. Son étude dans le delta du Mékong a mis en lumière que le nombre de noix récoltées par régime varie au cours des mois : il est plus important en saison sèche qu'en saison des pluies puisque l'avortement des fleurs est plus faible. L'inventaire s'est déroulé en juin, c'est-à-dire à la fin de la saison des pluies. Ainsi, le nombre de noix comptées est sous-estimé par rapport à la production moyenne sur l'année. Sachant que le nombre de noix moyen double en saison sèche selon l'étude de Diep T.M.H., le nombre de noix comptées en saison des pluies est doublé afin de faire une estimation de la production en saison sèche. L'objectif final est de calculer le nombre moyen de noix produites par hectare et par cocotier sur une année.

Pour compter le nombre de noix de coco par cocotier, un nombre moyen de noix par régime est multiplié par le nombre de régime par cocotier observés sur les placettes à l'aide de jumelles. En effet, le nombre de noix par régime étant compliqué à compter, une moyenne est établie pour chaque placette puisque ce nombre varie en fonction des conditions édapho-climatiques, qui peuvent sensiblement être différentes selon les placettes. Sachant que la maturation de la noix de coco s'étale approximativement sur un an, il est intéressant de différencier les noix en fonction de leur stade de maturité afin de connaître la production potentielle sur l'année. Pour des questions de praticité à la reconnaissance, les noix immatures sont différenciées des noix matures par leur taille : celles qui sont plus petites que la taille d'un poing sont immatures alors que celles plus grosses sont matures ou quasiment matures.

Pour établir la moyenne de noix par régime, le nombre de noix du régime mature et immature le plus visible est compté sur quatre cocotiers différents d'une même placette. Un nombre moyen de coco matures et immatures est ainsi obtenu par placette. Une intervalle de confiance sera établi pour un niveau de 95 %. Le nombre de régimes de noix de coco, quant à lui, est compté pour chaque cocotier de la placette. Les régimes de noix immatures et matures sont également différenciés au comptage.

Pesée des noix de coco

La connaissance du poids des composantes de la noix de coco permet d'estimer la part utile de la production en eau, en chair, en coque et en bourre (De Nuce de Lamothe M. et Wuidart W., 1982). Sachant que ces paramètres varient en fonction des conditions édapho-climatiques et du moment de la récolte, il aurait été intéressant de réaliser un échantillon de trois noix par placette (donc 18 * 3 = 54 noix au total), correspondant aux trois stades de maturation d'une noix récoltable (De Taffin G., 1993) :

- Une noix verte cueillie sur l'arbre 6 à 9 mois après floraison ;
- Une noix brune cueillie sur l'arbre 9 à 11 mois après floraison ;
- Une noix brune ramassée au sol après maturité complète.

Néanmoins, par manque de temps, il n'a malheureusement pas été possible de suivre l'échantillonnage effectué lors de l'inventaire pour la partie pesée. En effet, ouvrir et peser 54 noix de cocos est trop chronophage alors qu'un temps limité ne peut être consacré à cet aspect puisqu'il ne s'agit pas d'une priorité dans la mission de stage. Ainsi, le nombre de noix récoltées par placette, c'est-à-dire trois, est maintenu mais le nombre de placettes où effectuer les récoltes est divisé par deux, c'est-à-dire neuf placettes (4 sur l'Île Royale et 5 sur l'Île Saint-Joseph). Nous devons donc avoir 9 x 3 = 27 noix de coco à peser. Les placettes retenues sont choisies afin de couvrir toute la surface de cocoteraies des îles. Ainsi, les placettes choisies pour faire la récolte des noix sont les suivantes :

- Sur l'Île Royale : R1, R4, R5 et R8 ;
- Sur l'Île Saint-Joseph : J1, J2, J3, J6 et J7.

A l'exception de celles ramassées au sol, la récolte des noix n'est pas effectuée seule. La cueillette sur les cocotiers est réalisée par Monsieur Briones, responsable de la société Brionespace qui est un prestataire d'Agamis. Lors de l'inventaire, un cocotier portant à la fois des noix vertes et brunes est repéré pour chaque placette dans la mesure du possible. Cela n'a pas été le cas pour la placette R4, il a donc fallu réduire l'échantillon à 24 noix au final. Afin que le grimpeur puisse savoir sur quel cocotier cueillir les noix, ce dernier est localisé par un point GPS et marqué d'une croix à la bombe de peinture sur son stipe.

La récolte des échantillons de noix est effectuée après la période d'inventaire, dans le courant du mois de juillet, donc en saison sèche. Une fois récoltées par le grimpeur, les noix sont marquées d'un identifiant afin de les reconnaître. Cet identifiant reprend les informations sur le type de noix récoltée ainsi que sur sa localisation.

Une fois leur identifiant inscrit sur leur surface, les noix sont ramenées des îles au Campus Agronomique de Kourou afin de procéder à la pesée. Pour les noix cueillies (vertes et brunes), la pesée devrait idéalement être réalisée dans les 24 heures après ramassage afin que le taux d'humidité n'ait pas le temps de varier. Dans la réalité, ce délai n'est pas respecté pour des questions logistiques. En effet, le temps de transport depuis les îles combiné au fait que je sois seule pour ouvrir l'ensemble des noix de coco a rendu difficile, pour ne pas dire impossible, leur pesée immédiate. Néanmoins, cette dernière est effectuée le plus rapidement possible en veillant à ce que les noix soient stockées dans un endroit sec et abrité du soleil afin d'éviter que le taux d'humidité ne soit trop impacté. Pour les noix ramassées au sol (brunes), la pesée est réalisée quatre semaines après la récolte, qui a été faite en juin, en même temps que l'inventaire. A ce stade de maturité, la bourre ainsi que l'albumen sont relativement secs, la durée de stockage n'impacte donc pas leur taux d'humidité.

L'objectif de ces pesées est d'obtenir les mesures suivantes pour chacune des noix échantillonnées :

- Le poids en matière fraîche de la noix entière, de la bourre et de l'albumen ;
- Le poids en matière sèche de la bourre et de l'albumen ;
- Le poids de la coque ;
- Le volume d'eau (uniquement pour les noix « vertes »).

L'ouverture, le séchage ainsi que la pesée des échantillons est effectuée sur une durée de 9 jours (3 jours de décorticage et 6 jours de mise à l'étuve) au sein des laboratoires du

Cirad, sous la tutelle de Monsieur Perthuis. Après avoir pesé la matière fraîche de la noix entière, les différentes parties de celle-ci sont décortiquées pour être pesées. La bourre et la chair sont passés à l'étuve à 60°C pendant 24 à 36 heures afin de peser leur matière sèche. L'ensemble des données récoltées sont reportées sur la fiche de pesée des noix de coco présentée en annexe 13.

- QUALIFICATION DES COCOTIERS

L'objectif de la qualification des cocotiers est de connaître l'état global des cocoteraies, en termes de renouvellement, de nutrition et d'état phytosanitaire.

Répartition des classes de taille et étude de la régénération

L'objectif ici est d'obtenir la proportion entre les cocotiers immatures (plantules), matures (cocotiers productifs) et sénescents (cocotiers affaiblis).

Le stipe du cocotier a la particularité d'avoir une croissance continue en hauteur. L'estimation de l'âge du cocotier peut être réalisée en se basant sur des mesures de hauteur. D'après la thèse de Diep Thi My Hanh publiée en 1994, la croissance en hauteur des variétés de cocotiers « Grands » varie de 0,15 à 1 mètre par an (de 2 à 12 ans). Sachant que les cocotiers sont dans des conditions édapho-climatiques qui lui sont favorables (embruns salés, proximité du littoral…), nous pouvons faire l'hypothèse que les cocotiers « Grands Îles du Salut » ont une croissance d'un peu moins d'un mètre par an jusqu'à leurs 12 ans. De plus, d'après Hébert *et al.* (2007), les cocotiers « Grands » commencent à fructifier après 7 à 10 années de culture. Nous pouvons alors en déduire qu'un individu en dessous de 5 mètres n'est pas ou très peu productif.

En partant de ce postulat, des classes de taille peuvent être arbitrairement définies en différenciant leur capacité de production et leur mode de récolte. L'ensemble des cocotiers de chaque classe ont été dénombrés sur la placette d'inventaire en évaluant visuellement la hauteur de leur stipe. Les différentes classes de taille sont les suivantes :

- Noix germée d'une hauteur ≤ 50 cm : Non productif (quelques mois) ;
- Plantule d'une hauteur ≤ 1 m : Non productif (1 an) ;
- Cocotier jeune d'une hauteur ≤ 5 m : Non ou très peu productif (moins de 7 ans) ;
- Cocotier mature d'une hauteur 5-10 m : Productif et récolte ne nécessitant pas d'intervention professionnelle (régimes atteignables avec une échelle) ;
- Cocotier mature d'une hauteur > 10 m : Productif et récolte nécessitant l'intervention d'un grimpeur ;
- Cocotier senescent d'une hauteur > 10 m : Peu productif et abimé.

Etat nutritionnel : Carence et productivité

L'état nutritionnel d'un cocotier est traditionnellement évalué par un diagnostic foliaire. Cette méthode consiste à mesurer les concentrations en éléments minéraux des feuilles et à les comparer à des niveaux critiques déterminés dans des expériences au champ. Bien que rigoureux, ce dispositif n'est mis en place ici car trop lourd et chronophage à réaliser sur la période de stage. En effet, il nécessite le prélèvement de six folioles de la feuille 14 sur une dizaine de cocotiers (De Taffin G., 1993) qui doivent ensuite être analysées en laboratoire à Montpellier.

C'est pour ces raisons que l'état nutritionnel des cocotiers est déterminé qualitativement par appréciation visuelle de l'état des feuilles (symptômes de carences) et

de la productivité des fruits. Une prospection de l'ensemble des cocotiers de la placette est réalisée pour vérifier qu'ils soient sains et productifs.

Pour le diagnostic de carences nutritives, l'aspect visuel des palmes est apprécié en se référant à l'ouvrage « Le cocotier » De Taffin G., 1993. Le nom de la carence est noté sur la fiche de collecte des données en décrivant brièvement les symptômes. Une photo des symptômes est également prise et son numéro est notée sur la fiche afin de vérifier à posteriori les observations avec Monsieur Perthuis Bernard, chercheur entomologiste du Cirad spécialisé dans les phytopathologies.

Pour le diagnostic de la productivité, l'état global des régimes de noix est observé : leur apparence visuelle (noix bien formées, régimes solides…) et leur effectif (nombre de régimes, nombre de noix par régime). Ces critères ont été observés sur deux stades de maturité des noix : les noix matures et immatures. Pour chaque stade de maturité de noix, une évaluation qualitative a été effectuée en attribuant un état (bon, moyen ou mauvais) à chaque critère d'observation. Un cocotier non productif est facilement reconnaissable : il a un aspect chétif et porte peu voire pas de régimes et peu de noix par régime.

Etat phytosanitaire : Impact des bio-agresseurs

L'objectif est d'identifier et de quantifier l'impact des bio-agresseurs (maladies et ravageurs) sur l'ensemble des individus matures (cocotiers productifs) et de la régénération (plantules).

Pour ce faire, un recensement du nombre de cocotiers abîmés et morts est effectué pour chaque placette. Une appréciation visuelle des symptômes causés par l'impact des bio-agresseurs est également réalisée à l'aide de l'ouvrage « Le cocotier » De Taffin G., 1993. Une fois repéré, le nom de la maladie ou du ravageur dont l'impact est observé est noté et ses symptômes sont brièvement décris et pris en photo. Tout comme pour l'état nutritionnel, des vérifications sont effectuées avec Monsieur Perthuis.

- OBSERVATION DE LA VEGETATION ENVIRONNANTE

Il s'agit ici d'identifier les autres espèces végétales économiquement intéressantes les plus présentes sur l'Île Royale et l'Île Saint-Joseph. Cette observation ne doit pas se limiter aux placettes puisque celles-ci se trouvent sur des zones quasiment exclusivement occupées par des cocotiers. Ainsi, lors du cheminement entre les placettes, la végétation environnante est observée afin de repérer la présence d'autres massifs de végétaux.

3.2.1.4 Matériel utilisé

Pour réaliser cet inventaire de la ressource, différents outils sont utilisés. Ils sont empruntés à différents organismes de l'Unité Mixte de Recherche d'Ecologie des Forêts de Guyane (UMR EcoFoG) à Kourou ainsi qu'à des agents de l'OFB et d'Agamis. La liste en annexe 14 récapitule le matériel utilisé sur le terrain.

3.2.2. ENQUETES SEMI-DIRECTIVES

Après avoir réalisé l'inventaire de la ressource, des informations sont recueillies auprès de divers acteurs locaux en lien avec la mission de stage. Pour ce faire, des enquêtes semi-directives sont menées durant le mois de juillet.

3.2.2.1 Méthode d'enquête

L'entretien semi-directif, aussi appelé entretien qualitatif ou approfondi, est une méthode d'enquête qualitative fréquemment utilisée dans les recherches en sciences humaines et sociales. Son but est de récolter une grande quantité d'informations qui apportent des explications ou des éléments de preuves à un travail de recherche dans un laps de temps raisonnable. Pour obtenir ces données, l'entretien semi-directif se compose d'une série d'interrogations ouvertes. Tout en laissant une certaine liberté d'expression aux personnes interrogées, elles permettent d'orienter en partie le discours de ces derniers autour de différents thèmes, appelés « dossiers », définis au préalable par les enquêteurs et consignés dans un guide d'entretien (Olivier de Sardan, 2008).

3.2.2.2 Objectifs des enquêtes

L'objectif général d'un entretien semi-directif est de capturer des informations que l'on ne trouve pas écrites en comprenant les logiques et modes d'actions des différents acteurs ainsi que leurs points de vue à travers leurs propos. Effectivement, lors de l'entretien, l'enquêteur commence par poser des questions ouvertes sur le parcours et les activités de la personne interrogée au sein de sa structure afin qu'elle puisse raconter son expérience avec ses propres termes.

L'objectif spécifique de ces enquêtes est d'obtenir des informations utiles pour proposer des mesures de gestion pertinentes des cocoteraies des Îles du Salut. En effet, la finalité est de comprendre les logiques des acteurs liés au projet en croisant l'ensemble des besoins, opportunités et contraintes des gestionnaires actuels du site des Îles du Salut ainsi que des potentiels futurs porteurs de projet.

3.2.2.3 Production de données

- Échantillonnage

La première étape de la production de données est la constitution de l'échantillon de personnes à interroger. Lors de ces enquêtes, deux types d'acteurs sont rencontrés :

- Les acteurs de « type 1 », qui sont des individus appartenant au comité de suivi du projet ou liés à la gestion et à l'entretien des Îles du Salut. L'objectif d'interroger ces personnes est de connaître la gestion actuelle des îles et d'obtenir leurs attentes, leurs besoins ainsi que leurs contraintes en termes de valorisation ;
- Les acteurs de « type 2 » qui sont soit des acteurs locaux en lien avec la valorisation des cocoteraies (producteurs, transformateurs ou personnes travaillant avec eux), soit des porteurs de projets potentiels déjà identifiés dans le projet. L'objectif de rencontrer ces acteurs est de s'inspirer de l'expérience de ces derniers en termes de valorisation de la coco et de mieux comprendre l'ensemble des opportunités ou des contraintes qu'ils pourraient avoir à débuter une activité de valorisation sur les îles.

Au total, sept personnes du « type 1 » et sept personnes du « type 2 » sont rencontrés, soit quatorze individus au total. La liste des acteurs interrogés se trouve en annexe 15.

Bien qu'une diversité d'acteurs soit enquêtée, certaines personnes intervenant dans la valorisation de la coco ou dans la gestion des Îles du Salut ne peuvent pas être vus dans le temps imparti. Il s'agit par exemple du gestionnaire de l'Auberge des îles pour le « type 1 » et du transformateur d'huile de coco « Huile de coco Guyane » pour le « type 2 ». Leur point

de vue sur le projet aurait été intéressant à analyser mais ces derniers n'ont pas répondu positivement aux demandes de rencontre pour les interroger.

- Elaboration des guides d'entretien

En amont de la phase d'enquêtes, des guides d'entretiens sont élaborés afin de regrouper l'ensemble des grands thèmes à aborder avec les enquêtés, appelés « dossiers ». Ces grands thèmes reprennent les questions « que l'on se pose » et sont associées aux questions « que l'on pose » concrètement durant l'entretien (Olivier de Sardan J-P., 2008).

Sachant que deux types d'acteurs sont à rencontrer, deux types de guides d'entretien sont élaborés et présentés en annexe 16. Lors des entretiens, le questionnaire adapté au type d'acteur interrogé est choisi et les questions les plus pertinentes à poser en fonction de l'individu rencontré sont piochées dans le lot de questions préparées en amont. Les dossiers abordés, en fonction du type d'acteur interrogé, sont les suivants :

- Pour le « type 1 » il s'agit de (1) la gestion actuelle du site, (2) des besoins ainsi que (3) des attentes des acteurs en lien avec la gestion de l'île ;
- Pour le « type 2 » il s'agit de (1) l'activité actuelle du porteur de projet et (2) la projection d'une activité sur les Îles du Salut.

Les questions formulées sont de deux types : les questions ouvertes, qui servent à amorcer l'entretien, et les questions de relance, qui permettent de rebondir sur les propos de l'acteur interrogé tout en abordant les différents dossiers d'intérêt.

- Réalisation des entretiens

Afin de mener à bien la conduite de nos entretiens, qui durent en moyenne une heure, un guide d'entretien adapté au type d'acteur interrogé est suivi. Chronologiquement, le déroulement d'un entretien « type » est le suivant :

- La présentation de la mission de stage et du projet de mise en valeur des cocoteraies des Îles du Salut ;
- La demande du consentement de l'enquêté pour enregistrer l'échange ;
- Une question ouverte sur le profil de la personne (son parcours, son métier) ;
- Une question ouverte sur son lien avec le projet ou la valorisation des cocotiers en général ;
- Des questions de relance sur certains sujets pertinents en fonction du type d'acteur enquêté ;
- La clôture de l'entretien, en vérifiant que tous les points aient été abordés et en répondant aux éventuelles questions de l'enquêté.

Les entretiens sont menés en présentiel et en distanciel en fonction de la disponibilité des enquêtés et de la pertinence ou non de se déplacer. Aussi, la moitié des entretiens sont individuel (4 entretiens sur huit) et l'autre partie est menée collectivement. En effet, lorsqu'il y a plusieurs acteurs dans la même structure, une rencontre commune est réalisée afin de gagner du temps. C'était notamment le cas pour l'entretien avec le Cnes (quatre personnes), l'association Agamis ou encore l'entreprise EBroots (deux personnes). Ce type d'échange possède plusieurs avantages : les enquêtés peuvent se sentir plus à l'aise, se montrent parfois plus ouverts à la discussion et les informations obtenues proviennent de personnes différentes, ce qui permet d'apporter de la nuance. Cependant, les entretiens collectifs présentent également certains inconvénients. Il peut y avoir un effet d'adéquation à l'avis d'un meneur de groupe (prise du point de vue d'une personne pour un point de vue

collectif, ce qui fausse l'interprétation des données par la suite). De plus, il peut être difficile pour l'enquêteur de guider l'entretien lorsqu'il y a de nombreuses personnes présentes. Par exemple, l'enquêteur peut avoir des difficultés de compréhension lorsque plusieurs personnes parlent en même temps, ou il peut avoir du mal à suivre le fil de la discussion si les sujets de conversations divergent.

- Retranscription

La retranscription est effectuée pour l'ensemble des entretiens menés. L'objectif est de retranscrire mot pour mot une partie des entretiens à l'aide des enregistrements audios et aux notes prises « à chaud » durant les entretiens. Par manque de temps, uniquement les passages intéressants pour notre analyse, c'est-à-dire les réponses aux questions d'intérêt, sont retranscrits. Deux méthodes différentes sont utilisées pour retranscrire ces enregistrements : la retranscription totalement manuelle et la retranscription à l'aide de l'intelligence artificielle « Happy Scribe™ ». La deuxième méthode est privilégiée car plus efficace bien qu'elle nécessite tout de même une relecture et une correction approfondie de la totalité de la retranscription. Néanmoins, l'utilisation de cette méthode ne concerne que quelques enregistrements car les essais gratuits sont limités. L'ensemble de ces retranscriptions sont regroupées dans un recueil d'entretien de 117 pages afin d'avoir un support pour pouvoir analyser ces données brutes par la suite. Un extrait de ce recueil est disponible en annexe 17.

Le premier intérêt d'avoir une retranscription d'un entretien est de pouvoir dépasser les impressions que l'on peut avoir à l'issue de l'entretien, qui peuvent être fondées sur quelques moments marquants ne correspondant pas nécessairement à l'essentiel de ce qui a été dit. De plus, la conduite d'un entretien fluide ne permet pas d'effectuer une prise de note exhaustive. Le risque de ne pas faire d'enregistrement ni de retranscription est de passer à côté de certaines informations essentielles. La retranscription permet également de faire ressortir la parole exacte de l'enquêté, contre l'interprétation immédiate qu'implique la prise de notes. De plus, elle permet de se rendre compte de la partialité de certaines formulations de questions qui peuvent parfois orienter la réponse des personnes interrogées. Enfin, les citations fidèles de la parole des interviewés, appelés verbatim, constituent la matière de base de l'analyse sociologique des entretiens.

Il s'agit d'un travail laborieux, chronophage et répétitif puisqu'un entretien d'une heure équivaut à environ quatre à cinq heures de retranscription manuelle (la moitié avec l'aide de l'intelligence artificielle). Au total, 25 heures sont nécessaires pour retranscrire les huit entretiens.

3.3. ANALYSE DES DONNEES

3.3.1. ANALYSE DES DONNEES D'INVENTAIRE

A l'issu de l'inventaire de la ressource, de nombreuses informations sont capitalisées :

- 18 fiches de collecte de données complétées ;
- De nombreux points et tracés GPS récupérés (localisation du centre réel des placettes, localisation des cocotiers repérés pour la collecte de noix de coco, localisation des autres espèces végétales, délimitation des zones de cocoteraies) ;
- Des photos des différentes placettes, des cocotiers carencés ou impactés par des bio-agresseurs ;

- Des noix de cocos vertes et brunes.

Le traitement de données quantitatives et qualitatives issues de l'inventaire est réalisé sur Excel. L'ensemble des informations récoltées sur les fiches de collecte de données est reporté au fur et mesure dans le tableur. Deux tableaux Excel sont créés : un tableau pour la saisie et un autre pour l'analyse de données. Ces deux tableaux sont organisés en neuf feuillets, en suivant l'organisation de la fiche de collecte de données (feuillet « généralités », « accessibilité », « densité », « volume », « palmes & noix », « pesée noix », « classes de taille », « état nutritionnel », « état phytosanitaire »).

Des analyses statistiques et calculs relativement simples sont effectués sur les données : sommes, moyennes, densités (variable reportée à l'hectare), pourcentages (proportion de la variable dans son ensemble) et intervalles de confiance. Pour les données qualitatives comme celles issues des observations de l'état phytosanitaire ou nutritif, des commentaires et des suppositions sur la signification des symptômes observés ont été effectués.

3.3.2. ANALYSE DES DONNEES D'ENQUETES

La première étape de l'analyse est le dépouillement des retranscriptions. Ce dépouillement consiste à revenir sur les dossiers d'étude en cherchant les éléments de réponse dans l'ensemble des entretiens. Toutes les retranscriptions sont relues en diagonale afin d'identifier et de différencier les éléments relevant de la description du contexte d'une part et les logiques d'acteurs existants pour chaque dossier d'étude d'autre part. Alors que les éléments de contexte servent à améliorer la compréhension de l'environnement d'étude, les logiques des acteurs permettent de répondre aux différents dossiers en confrontant les différentes visions.

À la suite de cela, une triangulation des données est effectuée. Pour chaque dossier d'étude, les données recueillies lors des entretiens sont croisées et comparées afin de mettre en évidence d'éventuelles divergences et convergences entre les visions des acteurs concernés par le projet.

Pour finir, une fois l'ensemble des données triangulées, une analyse SWOT à partir des informations recueillies est établie. La matrice SWOT, outil d'analyse stratégique, a été choisie afin de dégager les forces, faiblesses, opportunités et menaces du projet de valorisation des cocoteraies des Îles du Salut.

3.3.3. PROPOSITION DE MESURES DE GESTION ET DE VALORISATION

L'analyse de données d'inventaire et des résultats des enquêtes permet de proposer des mesures de gestion et des voies de valorisation en combinant le potentiel productif de la ressource observée, les attentes des porteurs de projets, les contraintes spécifiques du site et sa gestion actuelle. Pour émettre ces propositions, les données terrains sont complétées par un travail de recherche et d'analyse bibliographique. L'état de l'art sur les cocotiers réalisé en début de stage a été remobilisé et enrichi à ce moment-là. Effectivement, l'intérêt est de s'inspirer de modes de gestion et de techniques de valorisation effectuées dans d'autres cocoteraies en les adaptant au contexte particulier des îles.

Au final, des propositions de modes d'entretien, d'aménagement, d'exploitation et de renouvellement durables sont émises et la définition de voies de valorisation pertinentes est effectuée.

4. RESULTATS

4.1. ETAT DES COCOTERAIES

Cette partie présente l'analyse des résultats issus de l'inventaire de la ressource. L'objectif est de déterminer le potentiel productif et l'état global des cocoteraies des Îles de Salut. Les différents constats effectués permettent d'émettre des orientations de gestion adaptées à la ressource présente.

4.1.1. PERIMETRE DES COCOTERAIES

Le périmètre des cocoteraies s'est précisé grâce à un travail de cheminement autour des zones de présence de cocotiers. Après calcul sur SIG, les superficies suivantes sont obtenues : les cocoteraies de l'Île Royale s'étendent sur 52 475 m² (soit 5,25 hectares) et les cocoteraies de l'Île Saint-Joseph sur 67 281 m² (soit 6,73 hectares). Ces surfaces sont nettement inférieures à celles estimées a priori par photo-interprétation : 1,25 hectares de moins pour l'Île Royale et 2,24 hectares de moins pour Saint-Joseph. La carte en figure 3 montre les périmètres réels des cocoteraies inventoriées.

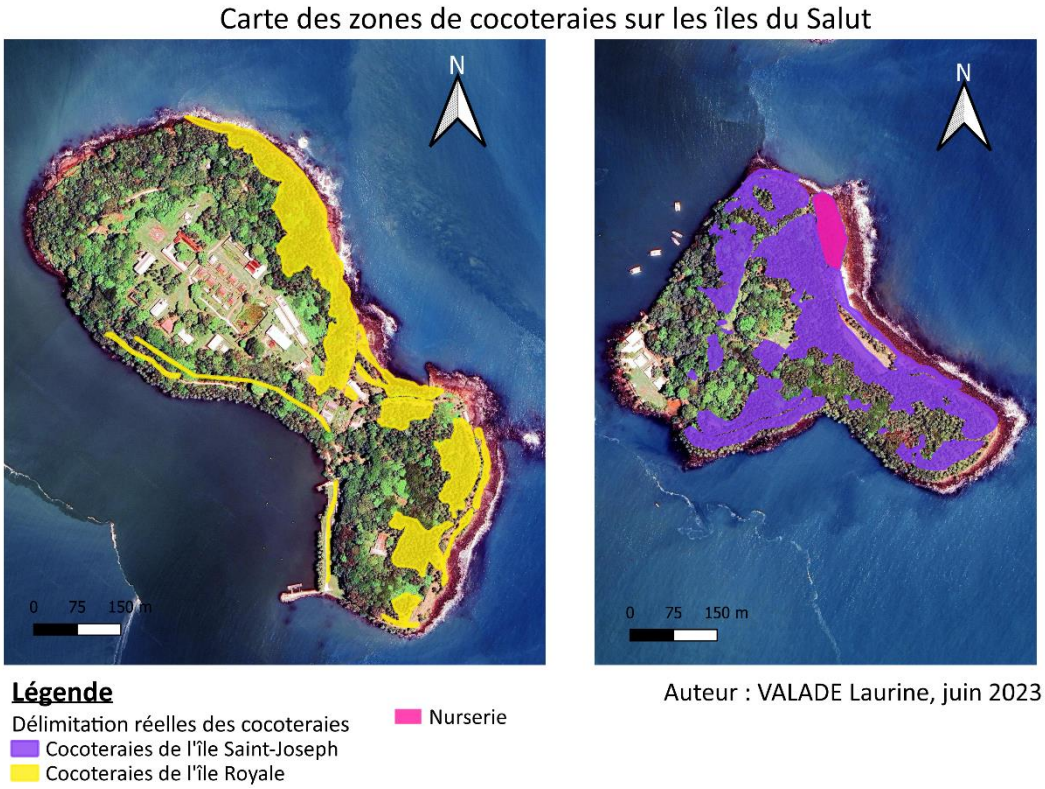


Figure 3 : Cartes des zones réelles de cocoteraies

Les cocoteraies sont légèrement plus morcelées sur l'Île Saint-Joseph que sur l'Île Royale. Ceci peut s'expliquer par un entretien moins soutenu du reste de la végétation à Saint-Joseph qu'à Royale. En effet, les agents d'Agamis réalisent régulièrement des défrichements et des coupes d'abattages sur l'Île Royale afin d'entretenir le site pour la venue des touristes. Ce nettoyage est moins fréquent sur l'Île Saint-Joseph où l'entretien de l'île est principalement à la charge de l'unique légionnaire permanent du 3ème REI et gardien actuel de l'île. Le développement de végétations spontanées est donc favorisé à Saint-Joseph, ce qui peut expliquer le morcellement du peuplement de cocotiers.

La nurserie, c'est-à-dire l'endroit où se concentre la régénération sur Saint-Joseph, se situe tout au nord de l'île, à gauche de la plage des coquillages et s'étend sur 4 722 m², soit près d'un demi-hectare. Le gardien actuel de l'île nous apprend que cette zone est en réalité artificielle : le regroupement de noix germées dans cette zone précise résulte d'une grande opération de nettoyage qu'il a mené à la suite d'une tempête sur les îles qui avait fait tomber un nombre très important de noix, notamment sur la plage.

4.1.2. NOMBRE DE COCOTIERS

Le nombre de cocotiers est estimé à partir du comptage sur les 18 placettes d'inventaire. Les cocotiers recensés ont été différenciés selon leur état de productivité. En effet, les cocotiers dits « productifs », c'est-à-dire porteurs de régimes de noix, sont distingués des autres cocotiers lors du recensement. Le nombre de cocotiers morts, au sol ou sur pied, est aussi pris en compte afin de calculer un pourcentage de mortalité moyen par île. Le tableau 9 résume les résultats de ce recensement. Un dénombrement plus précis distinguant les cocotiers par classe de taille est disponible en partie 4.1.4.

Tableau 9 : Recensement des cocotiers de l'Île Royale et Saint-Joseph

Île	Royale	Saint-Joseph
Densité moyenne de cocotiers productifs	**421** ± 86	**500** ± 66
Densité moyenne de l'ensemble des cocotiers	**939** ± 203	**5 028** ± 2 191
Pourcentage de mortalité (%)	**4,03** ± 3,73	**14,64** ± 7,80
Surface de cocoteraies (ha)	5,25	6,73
Nombre de cocotiers productifs	**2 206** ± 454	**3 364** ± 445
Nombre de cocotier total	**4 927** ± 1 067	**33 827** ± 14 744

La densité en cocotiers productifs est de 421 pieds par hectares sur l'Île Royale et de 500 sur l'Île Saint-Joseph (tableau 9), ce qui est environ trois fois supérieur aux densités optimales de plantation pour les cocotiers « Grands » qui se situent entre 143 et 169 pieds par hectare (De Taffin G., 1993). La part d'individus productifs dans les cocoteraies sur l'Île Royale est de 44,79 %, ce qui signifie que presque la moitié des individus sont matures et prêts à être exploités. A contrario, sur l'Île Saint-Joseph, ce taux est seulement de 9,94 %, ce qui sous-entend que l'âge moyen des cocoteraies est beaucoup plus faible et qu'une part mineure du peuplement peut être exploitée à présent. Néanmoins, le nombre absolu d'individus productifs est tout de même largement supérieur sur l'Île Saint-Joseph. Les intervalles de confiance pour les valeurs de l'Île Saint-Joseph sont élevés puisque les placettes inventoriées sont hétérogènes en termes de densité.

Peu importe l'île, une surdensité des cocoteraies est constatée. Celle-ci peut être expliquée par le contexte édapho-climatique favorable à la prolifération des cocotiers combiné à l'absence d'entretien de ces derniers. L'Île Saint-Joseph, bien que plus petite que l'Île Royale, abrite la majorité de la ressource en cocotiers des îles, qu'ils soient matures ou immatures. En effet, 87,2 % des cocotiers sont situés sur Saint-Joseph, et 60,4% des cocotiers productifs. Les intervalles de confiance calculés montrent que les densités en cocotiers productifs sont assez homogènes, ce qui n'est pas le cas de l'ensemble des cocotiers.

4.1.3. EXPLOITABILITE DE LA RESSOURCE

Afin de définir les zones d'exploitation au sein des cocoteraies des Îles du Salut, les critères d'accessibilité de la ressource et de potentiel productif sont combinés. Une zone dite « exploitable » est définie de la façon suivante :

- Accessible, c'est-à-dire localisée sur une zone de pente correcte pour l'exploitation et située à la fois à proximité des chemins et du débarcadère pour faciliter le transport de la récolte ;
- Productive, c'est-à-dire avec un niveau de ressource en bois, palmes et noix de coco satisfaisant pour l'exploitation.

4.1.3.1 Accessibilité de la ressource

Les cartes d'accessibilité des cocoteraies (figure 4 et 5) résultent de la combinaison des critères de pente, de proximité à un chemin carrossable et de proximité au débarcadère.

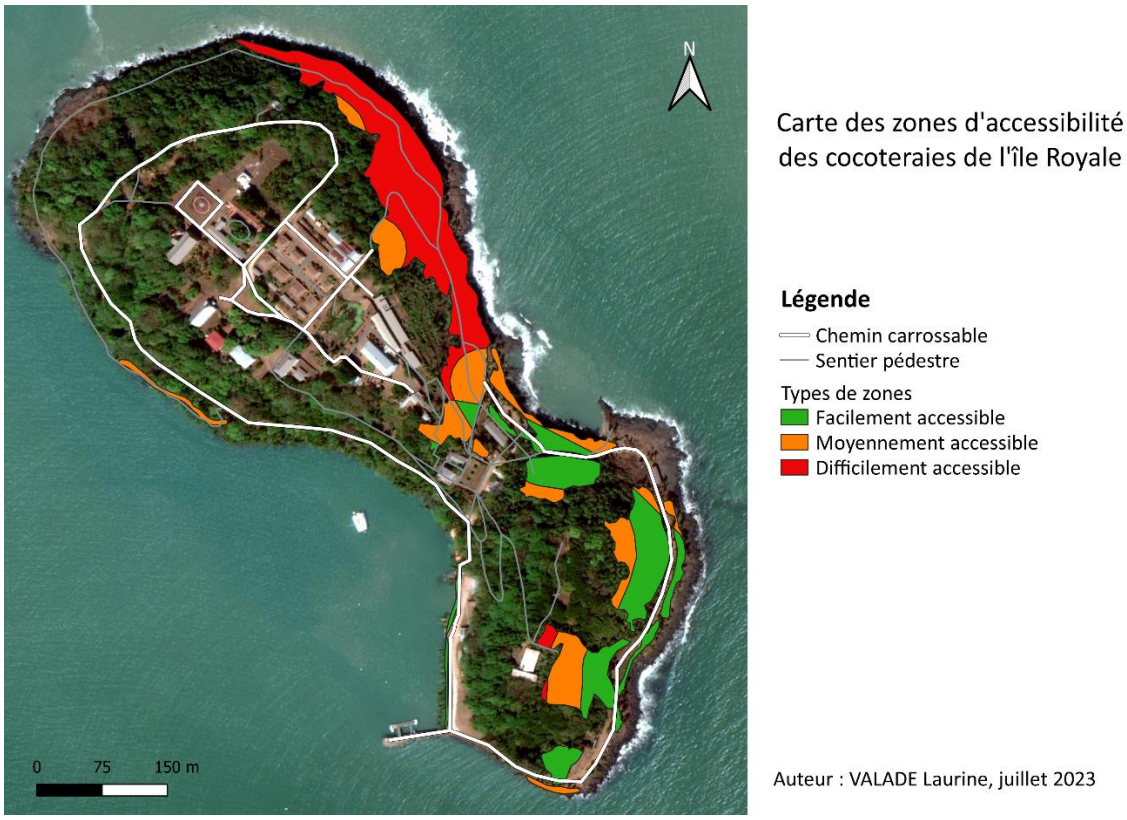


Figure 4 : Carte des zones d'accessibilité des cocoteraies de l'Île Royale

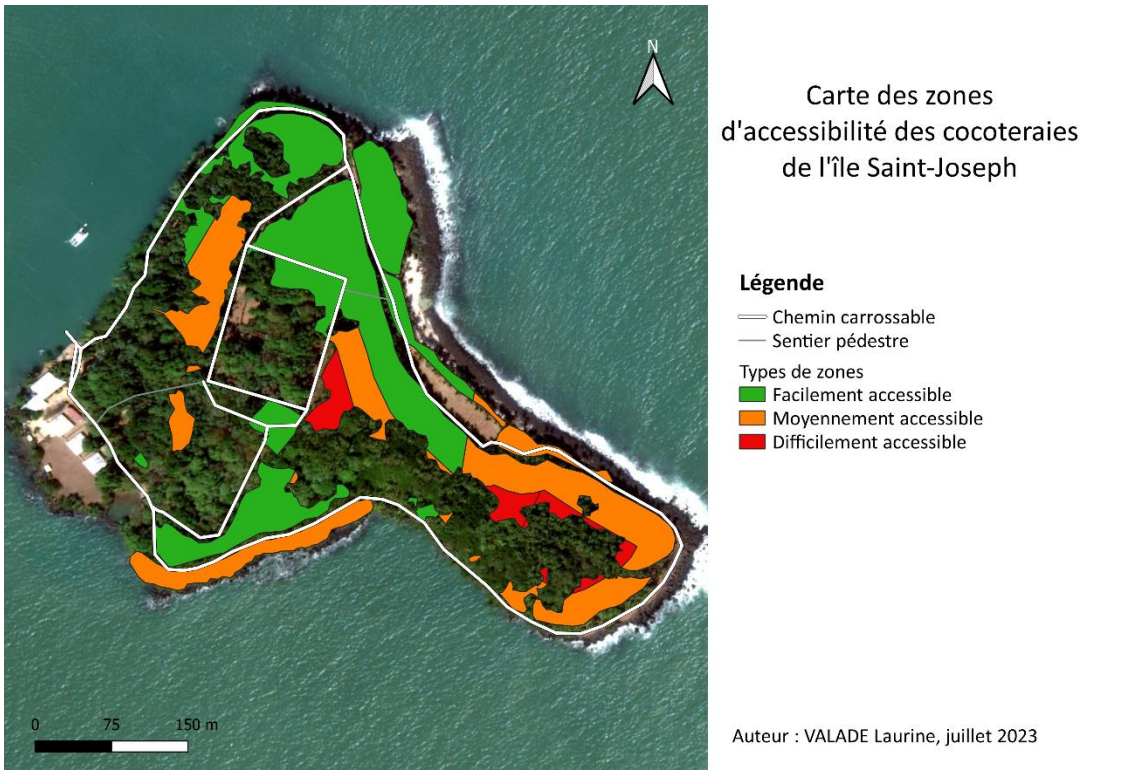


Figure 5 : Carte des zones d'accessibilité des cocoteraies de l'Île Saint-Joseph

Les superficies des différentes zones sont calculées grâce au logiciel QGIS® et sont présentées dans le tableau 10 :

Tableau 10 : Superficie des zones d'accessibilité des cocoteraies de l'Île Royale et Saint-Joseph

Zone	**Facilement accessible**		**Moyennement accessible**		**Difficilement accessible**	
	Superficie (ha)	*%*	*Superficie (ha)*	*%*	*Superficie (ha)*	*%*
Royale	**1,60**	30,5	**1,60**	30,5	**2,05**	39
St-Joseph	**3,70**	55	**2,60**	38,6	**0,43**	6,4
Total	**5,30**	44,2	**4,20**	35,1	**2,48**	20,7

La majorité des cocoteraies des Îles du Salut sont globalement « facilement accessibles » (44,2 % de l'ensemble des cocoteraies), ce qui n'est pas le cas sur l'Île Royale puisqu'une grande partie de ses cocoteraies sont « difficilement accessibles » (39 % des cocoteraies de l'île). Ceci peut s'expliquer par l'absence de chemins carrossables dans la partie nord-est de l'île et un éloignement plus important des extrémités de l'île au débarcadère. Il est néanmoins important de noter que bien que l'Île Saint-Joseph soit plus accessible, elle reste moins bien desservie que l'Île Royale. Le débarquement y est plus difficile car il n'existe pas de ponton pour permettre aux bateaux d'accoster.

4.1.3.2 Potentiel productif

- Ressource en bois

La ressource en bois est estimée en extrapolant le volume de bois trouvé par placette. Le tableau en annexe 18 présente les surfaces terrières G et les hauteurs moyennes H des 18 placettes. Le tableau en annexe 19 présente quant à lui les coefficients de forme F mesurés pour les pour les neuf cocotiers identifiés pour la récolte de noix. Le coefficient de forme moyen calculé est de **0,78** ± 0,08. Le tableau 11 présente les volumes de stipe moyens extrapolé de l'Île Royale et de l'Île Saint-Joseph.

Tableau 11 : Volumes de stipe de l'Île Royale et Saint-Joseph

Île	V par ha (m^3/ha)	Surf. cocoteraies (ha)	V total (m^3)
Royale	**186,93** ± 35,56	5,25	**980,92** ± 202,33
Saint-Joseph	**251,76** ± 41,87	6,73	**1 693,86** ± 281,72

Le volume total de stipe est presque deux fois plus important sur l'Île Saint-Joseph que sur l'Île Royale. Cela confirme que la majorité de la ressource en biomasse se concentre sur Saint-Joseph.

- Ressource en palmes

Le tableau 12 présente la ressource en palme qui a été estimée en extrapolant le nombre moyen de palmes vertes et brunes comptées pour quatre cocotiers par placette.

Tableau 12 : Recensement de la ressource en palmes à un instant t sur l'Île Royale et Saint-Joseph

Île		Royale	Saint-Joseph
Nb de palmes par cocotier	*Verte*	**21,31** ± 2,63	**20,33** ± 1,00
	Brune	**0,69** ± 0,42	**0,70** ± 0,28
Nb de palmes par hectare	*Verte*	**548,62** ± 117,93	**430** ± 71,21
	Brune	**18,68** ± 16,21	**14,58** ± 6,51
Surface de cocoteraies (ha)		5,25	6,73
Nb de palmes total	*Verte*	**2 878,87** ± 618,81	**2 897,82** ± 479,10
	Brune	**98,03** ± 85,04	**98,09** ± 43,78

Le nombre moyen de palmes, vertes comme brunes, est sensiblement identique sur les deux îles : il y a environ 20 palmes vertes et 1 palme brune par pied. La ressource en palmes brunes est très hétérogène entre les cocotiers, surtout sur l'Île Royale puisque les intervalles de confiance sont élevés. Deux raisons à cette hétérogénéité : le manque de placettes échantillonnées sur l'Île Royale (seulement 8) et l'entretien très localisé de certaines zones sur cette île, qui peut impacter le nombre de palmes brunes puisque certaines ont pu être ramassées avant l'inventaire.

Il est également intéressant de prendre en compte la dimension temporelle de la productivité cette ressource. En effet, d'après l'ouvrage « Le cocotier » De Taffin G. (1993), les variétés de cocotiers « Grands » émettent en moyenne 13 à 14 feuilles par an, soit un peu plus d'une par mois. De plus, une palme verte mesure entre 6 et 7 mètres et pèse environ 15 kilogrammes. Le nombre de feuilles émises par an peut être considéré comme égal au nombre de feuilles qui tombent annuellement. Par manque d'informations sur la palme sèche, qui est celle qu'on retrouve au sol, le raisonnement est mené en « équivalent poids frais », ce qui surestime la biomasse réellement produite. En partant du principe que le nombre de palmes ne varie pas en fonction des saisons, il convient de supposer qu'il suffit de diviser par douze la quantité de palmes tombées par an pour trouver la quantité mensuelle. Le tableau 13 présente les estimations effectuées concernant l'émission annuelle et mensuelle de palmes.

Tableau 13 : Recensement du nombre de palmes émises par an sur l'Île Royale et Saint-Joseph

Île	**Royale**	**St-Joseph**
Densité moyenne de cocotiers productifs	421 ± 86	500 ± 66
Surface de cocoteraies (ha)	5,25	6,73
Nombre de feuilles émises par ha par an	5 473 - 5 894	6 500 - 7 000
Nombre total de feuilles émises par an	28 733 - 30 944	43 745 - 47 110
Nombre de feuilles émises par ha par mois	456 - 491	542 - 583
Nombre total de feuilles émises par mois	2 394 - 2 579	3 645 - 3 926
Poids frais de feuilles émises par ha par an (T)	82,1 - 88,4	97,5 - 105
Poids frais total de feuilles émises par an (T)	431 - 464	656,2 - 706,7
Poids frais de feuilles émises par ha par mois (T)	6,8 - 7,4	8,1 - 8,8
Poids frais total de feuilles émises par mois (T)	35,9 - 38,7	54,7 - 58,9

Il tombe en moyenne plus de 35 tonnes de palmes par mois sur l'Île Royale et plus de 55 tonnes sur Saint-Joseph. Bien que ces estimations soient effectuées en « équivalent poids frais », ce qui surestime la ressource puisque les palmes au sol sont sèches, elles donnent un ordre de grandeur sur l'abondance de ces dernières. Effectivement, ces palmes sont à l'origine d'un entretien très fréquent et chronophage. Il est donc primordial de mener une réflexion sur la possibilité de valoriser ces palmes sur place.

- Ressource en noix de coco

ESTIMATION DU NOMBRE DE NOIX

Le tableau 14 présente le nombre moyen de noix matures et immatures produites par hectare et par cocotier sur une année en prenant en compte la variabilité saisonnière. Les résultats sont arrondis à l'unité pour des raisons de praticité de lecture.

Tableau 14 : Estimation du nombre de noix matures et immatures par hectare et par cocotier en fonction des saisons sur l'Île Royale et Saint-Joseph

Île		Royale	Saint-Joseph
Nb de noix matures par hectare	*Saison des pluies*	7 367 ± 2 970	18 761 ± 4 847
	Saison sèche	14 733 ± 5 940	37 522 ± 9 695
	Moyenne à l'année	**11 050** ± 4 455	**28 142** ± 7 271
Nb de noix matures par cocotier	*Saison des pluies*	18 ± 7	38 ± 10
	Saison sèche	35 ± 14	75 ± 19
	Moyenne à l'année	**26** ± 11	**56** ± 15
Nb de noix immatures par hectare	*Saison des pluies*	2 654 ± 877	2 792 ± 628
	Saison sèche	5 307 ± 1 753	5 583 ± 1 256
	Moyenne à l'année	**3 980** ± 1 388	**4 188** ± 1 027
Nb de noix immatures par cocotier	*Saison des pluies*	6 ± 2	6 ± 1
	Saison sèche	13 ± 4	11 ± 3
	Moyenne à l'année	**9** ± 3	**8** ± 2

D'après Gerbaud P. (2011), « entre 50 et 150 noix sont produites par plant et par an », en fonction de la variété et des conditions de culture. Sachant que les conditions édapho-climatiques des îles sont très favorables à la croissance des cocotiers, le rendement annuel espéré se rapproche plus de 150 que 50 noix par pied. Or, d'après le tableau 14, 35 noix (26 + 9) sont produites annuellement par pied sur l'Île Royale et 64 noix (56 + 8) pour l'Île Saint-Joseph.

Peu importe l'île, les rendements en noix de coco sont bien plus faibles que ceux espérés, ce qui signifie que les cocotiers ne sont pas à leur optimum de productivité. Cela s'explique en partie par la compétition en ressources nutritives engendrée par la trop forte densité des cocoteraies : entre 400 et 500 pieds sont dénombrés par hectare alors que la densité de plantation recommandée pour les variétés de « Grands » cocotiers se situent autour de 160 pieds par hectare. La surdensité n'est pas la seule raison de cette baisse de rendement puisque les cocotiers de l'Île Royale ont une productivité par pied plus faible que ceux de l'Île Saint-Joseph bien qu'ils soient moins densément plantés. La raison de cette différence s'explique certainement par la prédation des noix sur pied par les singes, qui sont très largement présents sur l'Île Royale.

Les intervalles de confiance des valeurs moyennes présentés dans le tableau 14 révèlent une hétérogénéité de la productivité en noix de coco. Effectivement, ces intervalles sont assez importants, ce qui indique que les écarts types sont élevés : le nombre de noix varie beaucoup entre les cocotiers inventoriés, et ce peu importe l'île. La faiblesse du nombre de placettes d'inventaire participe également à l'augmentation de ces intervalles.

Détermination du poids de noix

Au final, 24 échantillons, soit huit lots de trois noix, sont décortiqués, séchés et pesés. L'annexe 20 regroupe quelques photos des échantillons prises durant la manipulation.

En théorie, il doit s'agir de trois noix à des stades bien différents : « vertes », « brunes sur pied » et « brune au sol ». Néanmoins, en réalité de nombreux autres stades de développement intermédiaires existent et certaines noix considérées comme « vertes » se révélaient être parfois bien mûres.

Il est important de noter que la pesée n'est pas réalisée dans les conditions les plus optimales et rigoureuses. Effectivement, tous les échantillons ne peuvent pas être pesés et séchés en même temps puisque la capacité de l'étuve est limitée à trois noix décortiquées. Sachant que huit fournées de trois noix doivent être mises à sécher, deux lots de noix sont contraints de rester plus de 24 heures dans l'étuve puisque leur séchage tombe sur un week-end. De la même façon, toutes les fournées ne sont pas soumises au même temps de pré-séchage à la climatisation puisque leur temps de stockage dépend de la rotation des fournées dans l'ordre de leur ouverture, même si celle-ci est réalisée dans la même matinée. Par conséquent, certaines albumens humides ont moisis lors de leur stockage. De surcroît, la température de l'étuve ne monte qu'à 60°C, ce qui peut être à l'origine d'un dessèchement incomplet.

Avant de révéler le poids en matière sèche et fraîche des échantillons, certaines observations intéressantes sont réalisées :

- Une noix « verte » est vide, c'est-à-dire sans eau ni chair (soit 12,5 % des échantillons de noix « vertes » et 33 % de celles ramassées à l'Île Royale), et une noix n'a pas de chair (idem en termes de proportions) ;
- La moitié des noix « vertes » sont déjà mûres, c'est-à-dire que leur chair est épaisse et dure contrairement à une chair de noix « verte » qui est normalement fine et gélatineuse (cf. photo 6 de l'annexe 20) ;
- Une noix « brune sur pied » (soit 12,5 % des noix à ce stade) et trois noix « brunes au sol » (soit 37,5 %) sont germées, c'est-à-dire qu'elles possèdent un germe (composé d'une ébauche foliaire et de racines) et/ou un haustorium, organe suçoir intercellulaire des réserves de l'albumen (cf. photo 7 de l'annexe 20) ;
- Deux noix « brunes sur pied » et deux noix « brunes au sol » (soit 25 % des noix de chacun de ces stades) possèdent un albumen moisi (cf. photo 8 de l'annexe 20). Le développement de cette moisissure au sein de la chair peut s'expliquer par une rupture de l'étanchéité de la coque dû à un choc (probablement le cas pour les noix tombées au sol) ou par une malformation témoin d'une probable carence (potentiellement le cas pour les noix cueillies) (Perthuis B., 2023).

Le tableau 15 présente les poids et volumes moyens des échantillons de noix « vertes », « brunes sur pied » et « brunes au sol » récupérées sur trois placettes de l'Île Royale (R1, R5 et R8) et cinq de l'Île Saint-Joseph (J7, J3, J6, J2, J1). Au vu du faible nombre de noix pesées par île, ces valeurs servent uniquement à fournir des ordres de grandeur et ne sont pas à prendre comme valeurs universelles. Pour les mêmes raisons que celles du Tableau 14, les résultats sont arrondis à l'unité.

Tableau 15 : Pesée des échantillons de noix récoltées sur l'Île Royale et Saint-Joseph

Noix	**Verte**		**Brune sur pied**		**Brune au sol**	
Île	*Royale*	*Saint-Joseph*	*Royale*	*Saint-Joseph*	*Royale*	*Saint-Joseph*
Poids noix entière (g)	**1 838** ± 1 345	**1 759** ± 278	**914** ± 148	**1 036** ± 207	**1 144** ± 168	**1 164** ± 186
Poids bourre fraîche (g)	**1 383** ± 871	**1 066** ± 248	**402** ± 146	**454** ± 154	**747** ± 526	**538** ± 123
Poids bourre séchée (g)	**685** ± 776	**444** ± 147	**324** ± 68	**313** ± 53	**415** ± 196	**349** ± 68
Taux de matière sèche de la bourre (%)	**49** ± 26	**42** ± 14	**81** ± 15	**69** ± 18	**56** ± 12	**65** ± 13
Poids albumen frais (g)	**55** ± 162	**270** ± 60	**266** ± 163	**246** ± 85	**327** ± 70	**205** ± 153
Poids albumen sec (g)	**12** ± 34	**130** ± 61	**156** ± 133	**148** ± 51	**209** ± 50	**123** ± 96
Taux de matière sèche de l'albumen (%)	**21** ± 21	**48** ± 16	**59** ± 19	**60** ± 6	**64** ± 3	**60** ± 23
Poids coque (g)	**152** ± 120	**203** ± 17	**185** ± 68	**184** ± 12	**192** ± 55	**219** ± 21
Volume d'eau (ml)	**202** ± 298	**167** ± 63				

Les résultats du tableau 15 montrent que les noix « vertes » sont plus lourdes que les noix « brunes au sol » qui sont elles-mêmes plus lourdes que celles « brunes sur pied ». Cette différence s'explique en grande partie par les taux de matière sèche de la bourre et de l'albumen qui augmentent avec la maturité de la noix. Effectivement, en vieillissant, la noix se dessèche : elle perd en matière fraîche donc en poids. Il est intéressant de constater que les noix « brunes sur pied », qui sont censées être moins matures que celles « brunes au sol », sont tout de même plus légères. Ceci peut s'expliquer par un dessèchement plus important de la noix brune sur le régime qu'au sol puisque les noix sont moins soumises au vent et au soleil. Au contraire, elles sont posées dans une litière humide composée de déchets verts en décomposition, ce qui permet de conserver leur humidité.

Le poids des noix entières ne varie pas énormément avec l'île. En revanche, pour les noix « vertes », le poids de l'albumen est très différent entre les îles. Le poids de l'albumen frais est presque 5 fois supérieur sur l'île Saint-Joseph et le poids de l'albumen sec l'est plus de dix fois. Cette différence peut s'expliquer par l'existence de nombreux stades de développement intermédiaires à l'intérieur des trois stades prédéfinis pour l'étude. Ainsi, les noix « vertes » récoltées sur l'île Royale sont sûrement beaucoup plus jeunes que celles de l'île Saint-Joseph, voire encore immatures pour certaines d'entre-elles. Il est possible de supposer qu'il y a moins de noix « vertes » à un stade de développement plus avancé sur l'île Royale car celles-ci sont prédatées par les singes, qui ne sont présents uniquement sur cette île. De plus, comme énoncé plus haut, certaines noix sélectionnées sont vides ou pourries, ce qui perturbe les résultats finaux puisque la taille de l'échantillon est très restreinte.

D'après Gerbaud P. (2011), une noix de coco pèse en moyenne 1,5 kilogrammes. En moyenne, tous stades de développement confondus, les noix de l'île Royale et de l'île Saint-Joseph pèsent 1,3 kilogrammes. Le volume d'eau moyen est de 185 millilitres, ce qui est plus de deux fois inférieur aux valeurs moyennes trouvées dans la bibliographie (420 millilitres selon Maciel *et al*, 1992). Comme évoqué plus haut, il se peut que les résultats soient biaisés par la faiblesse de l'échantillonnage (intervalles de confiance très élevés). Néanmoins, ces ordres de grandeurs obtenus confirment un constat déjà effectué : les cocotiers des Îles du Salut ne sont pas à leur optimum de productivité à cause d'une surdensité des cocoteraies.

Il serait intéressant d'extrapoler le poids des noix par cocotier à l'hectare voir à la superficie de chaque île pour avoir une idée de la productivité moyenne en termes de biomasse de noix de coco et de ses différentes parties. Néanmoins, cette extrapolation n'est pas possible puisque lors de l'inventaire de la ressource seules les noix sur pied sont recensées et les stades de développements de la noix (« verte » et « brune ») ne sont pas différenciés. Uniquement la distinction entre les noix matures et immatures est effectuée.

4.1.4. Potentiel de renouvellement

Afin d'analyser le potentiel de renouvellement des cocoteraies sur les deux îles, les individus sont recensés selon la classification suivante :

- Stade 1 : Les noix germées d'une hauteur inférieure ou égale à 50 centimètres ;
- Stade 2 : Les plantules d'une hauteur inférieure ou égale à 1 mètre ;
- Stade 3 : Les cocotiers jeunes d'une hauteur inférieure ou égale à 5 mètres ;
- Stade 4 : Les cocotiers matures d'une hauteur comprise entre 5 et 10 mètres ;
- Stade 5 : Les cocotiers matures d'une hauteur supérieure à 10 mètres ;
- Stade 6 : Les cocotiers sénescents d'une hauteur supérieure à 10 mètres.

Le nombre d'individus comptés sur les 18 placettes a été extrapolé à la surface des cocoteraies des deux îles. Aucun individu du stade 6 (sénescent) n'est observé sur les îles. Le tableau 16 et les graphiques suivants (figure 6 et 7) sont le résultat de ce traitement. Les résultats du tableau sont arrondis à l'unité pour alléger l'écriture.

Tableau 16 : Répartition en classes de taille des individus recensés sur l'Île Royale et Saint-Joseph

Île		**Stade 1**	**Stade 2**	**Stade 3**	**Stade 4**	**Stade 5**
Royale	*Effectif*	**877** ± 1 409	**272** ± 220	**1 149** ± 641	**605** ± 335	**2 025** ± 466
	Densité	**167** ± 269	**52** ± 42	**219** ± 122	**115** ± 64	**386** ± 89
	%	**18**	**6**	**23**	**12**	**41**
St-Joseph	*Effectif*	**27 174** ± 15 404	**1 084** ± 360	**1 495** ± 908	**860** ± 383	**3 215** ± 552
	Densité	**4 039** ± 2 290	**161** ± 54	**222** ± 135	**128** ± 57	**478** ± 82
	%	**80**	**3**	**4**	**3**	**10**

Les intervalles de confiance des stades 1 et 2, i.e. des classes de taille correspondant à la régénération, montrent une forte dispersion des valeurs. Effectivement, la répartition de la régénération est très hétérogène entre les îles mais également entre les placettes d'une même île, ce qui augmente alors les écarts types associés aux comptages des individus. Sur l'île Saint-Joseph, concentrant la majorité de la régénération, certaines placettes sont très denses en noix germées (200 sur la placette J9 soit une densité de 11 111 individus par hectare) et d'autres sont quasiment vides (3 noix germées sur la placette J6 soit une densité de 167 individus par hectare). La faiblesse du nombre de placettes inventoriées est également responsable de l'augmentation de la marge d'erreur.

Le graphique en figure 6 montre la répartition de la densité des cocotiers en classes de taille sur l'Île Royale et l'Île Saint-Joseph. L'échelle logarithmique est choisie afin de pouvoir représenter toutes les classes de taille même si leurs densités sont extrêmement différentes. La densité globale de cocotiers est environ cinq fois supérieure sur l'Île Saint-Joseph que sur l'Île Royale (5 027 cocotiers par hectare contre 938). Cet écart s'explique en grande partie par la forte régénération des cocotiers sur l'Île Saint-Joseph. La densité de noix germées y est plus de trente fois plus important (167 noix germées par hectare contre 4 039). Les autres classes de tailles sont également plus présentes sur Saint-Joseph que sur Royale même si la différence est moins significative.

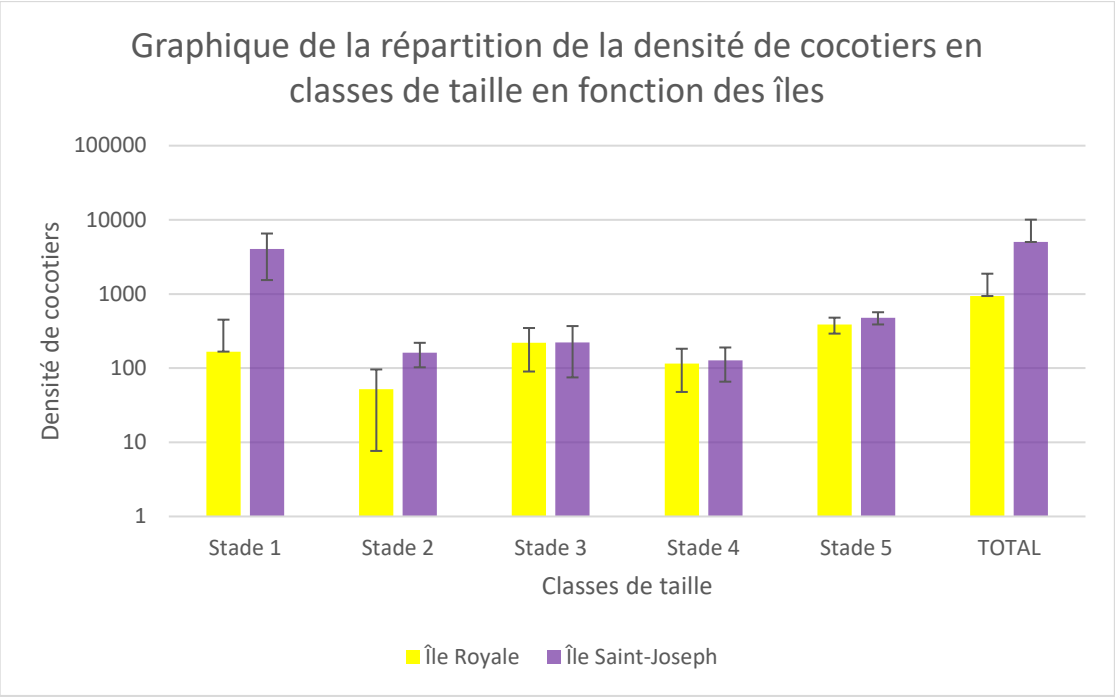


Figure 6 : Graphique de la répartition des cocotiers en classes de taille en fonction des îles

Les graphiques en figure 7 illustrent la répartition des classes de taille de cocotiers en termes de pourcentage pour chacune des îles.

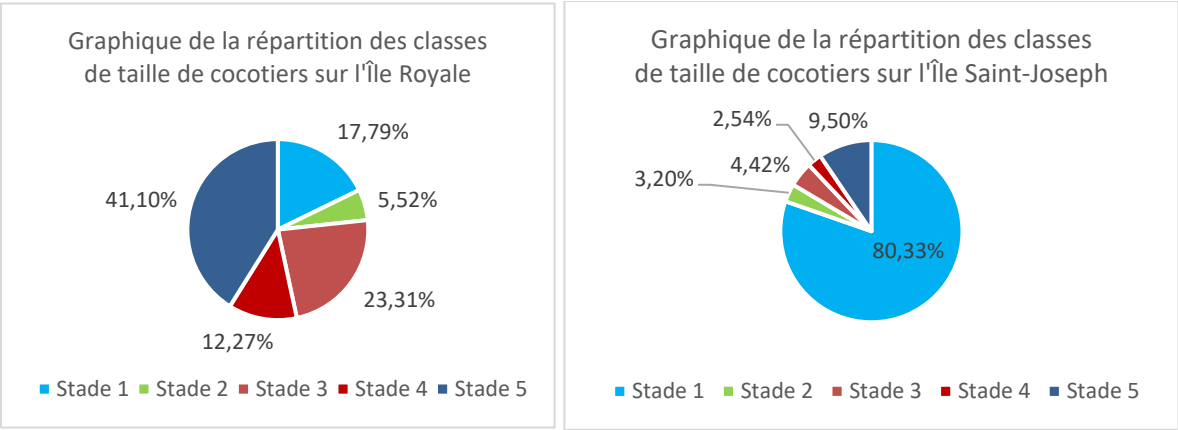


Figure 7 : Graphiques de la répartition des classes de cocotiers sur l'Île Royale et Saint-Joseph

La majeure partie des cocotiers de l'Île Royale sont des cocotiers matures de plus de 10 mètres (stade 5) alors que ceux de l'Île Saint-Joseph sont des noix germées (stade 1). Ces graphiques confirment donc que les deux peuplements ont des répartitions de classes de taille et donc d'âge totalement différentes. La gestion du renouvellement des deux îles devra être adaptée aux enjeux de chacun des peuplements.

La régénération de l'Île Saint-Joseph est actuellement très forte puisque la densité totale en cocotiers (5 028 pieds/ha) est dix fois supérieure à celle en cocotiers productifs (500 pieds/ha). Bien que le taux de germination soit élevé, peu d'individus arrivent au stade de plantule (3,2 %), c'est-à-dire que la majorité de la régénération ne dépasse pas les 50 centimètres. A ce stade, la survie des jeunes cocotiers n'est pas assurée, donc le renouvellement non plus. Afin d'assurer un bon renouvellement du peuplement de l'île, l'enjeu est de sélectionner les noix germées les plus vigoureuses pour favoriser la bonne croissance des plantules. A

terme, le but est d'assurer un niveau de renouvellement convenable pour maintenir une population de cocotiers productifs suffisants pour l'exploitation durable de ces derniers. Sur l'Île Royale, compte tenu de la part plus importante des cocotiers matures et du faible taux de régénération, le renouvellement de la cocoteraie est un enjeu majeur. Il faut développer la production de plantules, à travers la mise en place de pépinières par exemple, afin de garantir le remplacement progressif des cocotiers matures entrant en sénescence par des individus plus jeunes et plus productifs.

4.1.5. ETAT NUTRITIONNEL ET PHYTOSANITAIRE

4.1.5.1 Etat nutritionnel

Afin de réaliser un diagnostic rapide de l'état nutritionnel des cocoteraies, une appréciation visuelle de l'état des noix et des palmes est réalisée sur chacune des placettes inventoriées.

- Etat visuel des noix

Le tableau présenté en annexe 21 résume les appréciations visuelles des noix effectuées sur chacune des placettes îles. Bien que ces observations soient réalisées à l'échelle des placettes entières, il arrive parfois que certaines noix immatures ne sont pas assez visibles pour les caractériser. C'est la raison pour laquelle il manque une placette sur l'Île Royale pour les noix immatures (sept placettes observées au lieu de huit).

Le tableau de l'annexe 21 montre que l'état nutritionnel des cocotiers semble légèrement meilleur sur l'Île Saint-Joseph. La productivité globale, en noix matures comme immatures, est plus importante sur cette dernière : 80 % des noix matures ont une « bonne » ou une « moyenne » productivité sur Saint-Joseph alors que seulement 62,5 % en ont une sur Royale. En ce qui concerne l'aspect visuel des noix, il est sensiblement identique sur les deux îles : respectivement 70 % et 62,5 % des noix matures et immatures de l'Île Saint-Joseph et Royale sont évaluées comme ayant une « bonne » apparence (forme régulière, taille assez importante, belle couleur…).

Néanmoins, une part assez importante des placettes de l'Île Royale ont une faible productivité et un aspect globalement moyen pour les noix matures comme immatures (37,5 % pour les noix matures et 25 % pour celles immatures). En effet, la productivité globale par régime observée est assez faible et très hétérogène entre les cocotiers productifs. Les cocotiers matures de la classe de taille inférieure ou égale à 10 mètres sont généralement peu productifs et la majeure partie des noix sont concentrées sur les individus les plus grands (classe de taille supérieure à 10 mètres). De plus, certains individus portent des noix mal formées, anormalement petites ou alors avec des tâches de pourriture.

Les individus productifs les moins grands subissent deux types de pression qui conduisent à une réduction du rendement en noix : une pression externe qui vient des ravageurs (singes, agoutis et rats), et une pression interne qui résulte de la compétition intraspécifique pour les ressources nutritives. Sur les deux îles, une baisse de la densité en cocotiers productifs, une fertilisation organique ainsi qu'une gestion des ravageurs semblent donc nécessaires pour gagner en productivité de noix.

- Etat visuel des palmes

L'aspect visuel des palmes a fait l'objet d'une observation particulière puisqu'il peut révéler la présence de carences nutritives. Sur l'Île Royale, aucun symptôme de carence n'est

observé en particulier. A contrario, sur l'Île Saint-Joseph, quelques individus productifs des placettes J1 et J10, donc situés sur la même zone au sud-est de l'île, portent des palmes jaunissantes. Comme le montre les photos 1 et 2 en annexe 22, les palmes les plus âgées des cocotiers ont jauni et prennent même une teinte rouge orangé sur certaines folioles. La croissance est relativement réduite : le stipe est mince et les feuilles courtes (De Taffin G., 1993). Ces symptômes sont probablement révélateurs d'une déficience potassique, qui est très fréquente chez le cocotier.

4.1.5.2 Etat phytosanitaire

Aucun signe de maladies n'est observé sur les îles. Cela confirme bien notre hypothèse de départ qui se base sur les constats effectués par Nexus en 2019 et qui stipule que le contexte maritime et les embruns salés limitent fortement la pression parasitaire. Néanmoins, ce constat est à nuancer car des dégâts de ravageurs sont tout de même recensés sur chacune des îles.

- Etat phytosanitaire sur l'Île Royale

Les cocotiers de l'Île Royale sont particulièrement exposés à l'impact des singes, qui sont majoritairement des capucins[9], ainsi que des agoutis. Ces ravageurs frugivores sont très largement présents sur cette île puisqu'il s'agit de la plus anthropisée. La présence en continu d'habitants sur l'île (personnels de l'auberge et gendarmes) ajoutée à la visite quotidienne de plusieurs dizaines de touristes en provenance du continent favorise leur prolifération. Même s'il est strictement interdit de nourrir les animaux sur l'île, certains touristes leur donnent à manger ou se font voler leur nourriture. De surcroît, les poubelles de l'auberge sont fréquemment éventrées par les agoutis et les singes pour récupérer les restes de nourriture. Ainsi, à cause de l'occupation humaine, la population de ces deux ravageurs se maintient et est même amenée à se développer au fil des années. Alors que les singes ont un impact négatif sur les noix matures encore sur le cocotier, les agoutis se nourrissent des noix tombées au sol. Ces ravageurs sont donc à l'origine d'une baisse de la productivité des régimes ainsi que de la régénération.

Certains individus protégés du vent et situés dans des zones ombragées sont recouverts de mousses ou d'algues sur le bas de leur stipe, comme le montre la photo 3 en annexe 22. Ce phénomène est assez fréquent chez les cocotiers et ne pose pas de soucis particuliers.

- Etat phytosanitaire sur l'Île Saint-Joseph

Tout comme sur l'Île Royale, des agoutis sont présents sur Saint-Joseph, mais dans une moindre mesure. En revanche, aucun singe n'est recensé sur cette île. Néanmoins, celle-ci est largement occupée par des rats qu'il est possible d'apercevoir au bord des chemins et au pied des cocotiers, préférentiellement dans les zones recouvertes par des palmes et des noix en décomposition. Ces rats se nourrissent principalement des noix tombées au sol et n'impactent donc a priori pas le rendement sur pied. Cependant, leur impact n'est pas à négliger, surtout si un ramassage des noix envisagé pour les valoriser. En effet, la présence de rats est plus préoccupante que les agoutis ou encore les singes car ils peuvent être porteurs de zoonoses et le transmettre à travers les noix mangées se trouvant au sol. Une

[9] D'après Demagny V. (régisseur de l'association Agamis) lors d'un échange téléphonique, le capucin est l'espèce de singe la plus présente sur l'Île Royale. Cinq individus de saïmiris (singes-écureuils) sont également comptabilisés (non officiellement pour l'instant).

réflexion afin d'éviter cette contamination et cette prolifération de rats est présentée en partie 4.2.1.3 mais reste à approfondir par la suite.

Comme le montre les photos 5 à 8 de l'annexe 22, un certain nombre de cocotiers matures ont leurs stipes couverts de trous allongés. Il s'agit très probablement de dégâts dus à des attaques anciennes d'un insecte foreur : les chenilles de *Eupalamides sp.*, un Lépidoptère commun en Guyane. Ces chenilles se nourrissent quasi exclusivement de la périphérie du stipe en creusant de grandes galeries longitudinales qui forment des crevasses à la surface du stipe. Ces attaques diminuent un peu la productivité mais ne causent en principe que peu de mortalité sur les cocotiers disposant d'une certaine vigueur (Perthuis B., 2018).

Il est possible que les photos 9 et 10 de l'annexe 22 illustrent les dégâts causés par un insecte défoliateur attaquant communément les palmiers : les chenilles de Lépidoptère *Brassolis sophorae*. Ces chenilles, grégaires et nocturnes, vivent en colonie de 800 à 1 000 individus dans des nids constitués de folioles rassemblés entre eux par des soies. Ces dernières entraînent une défoliation plus ou moins complète des folioles pouvant aller jusqu'à consommer des palmes entières en ne laissant que la nervure centrale, leur donnant ainsi un aspect en arête de poisson. Cette défoliation entraîne logiquement une réduction de l'activité photosynthétique du cocotier, et donc sa croissance (De Taffin G., 1993). Il semble que ces populations de Lépidoptères soient essentiellement régulées par la famine. En effet, lorsqu'une colonie a consommé tout le feuillage du cocotier hôte, elle meurt ou donne lieu à l'émergence de papillons à la capacité reproductrice réduite. La population décroît donc naturellement au cours des générations (Pertuis B., 2018).

Certains cocotiers situés dans des endroits ombragés et/ou humides portent des galeries d'ouvrières de termites à leur surface (photo 4 en annexe 22) ainsi que de la mousse (photo 3 en annexe 22). Les dégâts causés par ces ravageurs ne sont en théorie pas nocifs pour le cocotier si l'attaque n'est pas trop importante. Néanmoins, si les termites creusent des galeries dans les tissus proches du bourgeon terminal, le cocotier meurt rapidement des pourritures bactériennes qui s'en suivent (Perthuis B., 2018).

4.1.6. AUTRES ESPECES VEGETALES ECONOMIQUEMENT INTERESSANTES

En plus des cocotiers, d'autres espèces végétales ont été recensées durant l'inventaire de la ressource. Compte tenu du peu de temps passé sur les îles, il est important de noter que le nombre d'espèces et d'individus observés n'est pas exhaustif.

Seulement cinq individus sont dénombrés sur l'Île Saint-Joseph par manque de temps. Au vu de la faiblesse de ces résultats, aucun traitement ni recommandation n'est possible. Néanmoins, il est intéressant de noter que les quelques arbres fruitiers (manguier, papayer, arbre à pain…) à proximité du camp de la légion sont régulièrement récoltés et consommés par les légionnaires. Aucune valorisation économique ne peut donc être envisagée sur ces arbres.

Sur l'Île Royale, de nombreux manguiers sont recensés sur le plateau devant l'ancien presbytère et au niveau de la buanderie comme le montre la carte en annexe 23. En tout, il y a 17 manguiers productifs, qui sont de très gros individus qui ont très certainement été plantés par les bagnards au XIXème siècle. En se basant sur un rendement de 400 à 600 mangues par pied (Ndiritu J.M, 2023) et sachant qu'une mangue pèse en moyenne 500 grammes (Cirad, 2008), il est possible de déduire que les manguiers produisent en moyenne 4,25 tonnes de fruits par an. Cette ressource est non négligeable et peut faire l'objet d'une

valorisation en diverses préparations alimentaires (jus, confiture, achards, glace…) à destination du restaurant de l'auberge par exemple.

4.2. PROPOSITION D'AXES DE VALORISATION

La réflexion autour des axes de valorisation de la ressource en cocotier des Îles du Salut se base sur les données issues des enquêtes en prenant également en compte celles de l'inventaire de la ressource. Afin d'étoffer ces propositions, l'état de l'art sur les techniques de valorisation artisanales des cocotiers est également mobilisé.

4.2.1. ENJEUX DE LA VALORISATION LOCALE DES COCOTIERS

L'analyse des propos des enquêtés permet de mieux comprendre les enjeux liés à la valorisation locale des cocotiers. Cette analyse fait ressortir la vision des différents acteurs concernant les opportunités, les conditions requises ainsi que les potentielles contraintes liées à la mise en place d'une activité de valorisation sur les îles.

4.2.1.1 Opportunités de valorisation de la ressource des îles

- Vision des acteurs de « type 1 »

Les acteurs de « type 1 » voient le projet comme une opportunité d'allier nettoyage des espaces verts (et notamment des chemins), mise en valeur du patrimoine naturel du site et valorisation des déchets verts. L'aspect de la valorisation des biodéchets est d'autant plus un sujet d'intérêt depuis le passage de la loi anti-gaspillage de 2020 (Elfort O., 2023[10]). Cette dernière oblige les entreprises à valoriser les biodéchets lorsque ceux-ci représentent plus de 5 tonnes par an à partir de 2024.

Agamis, en tant que gestionnaire des Îles du Salut, a le droit d'exploiter et de valoriser les ressources naturelles du site, et notamment les cocotiers**,** par le biais d'une convention avec Cnes, propriétaire majoritaire. Ainsi, l'association souhaite revendre une partie des produits valorisés par les porteurs de projet dans la boutique du musée sur l'Île Royale. A terme, l'objectif est de créer un label « Produit Îles du Salut » qui met en valeur l'origine des produits vendus en favorisant le circuit court.

En termes de voies de valorisation, le Cnes est ouvert à tous types de débouchés : alimentaire (eau, lait et huile de coco), cosmétique (avec l'huile de coco) et agronomique (faire du paillage avec le broyat et projet à long terme de développer de l'agriculture et/ou de l'agroforesterie aux îles). Pour la DGTM, la valorisation de la ressource en coco des îles doit être locale et durable. Pour ce faire, plusieurs axes de valorisation sont possibles :

- La valorisation à travers l'écotourisme. Il s'agit de sensibiliser les touristes des îles à l'environnement et à l'économie circulaire à l'occasion d'animations effectuées par Agamis par exemple ;
- La valorisation à travers l'agro-transformation. Il s'agit ici d'optimiser les modes de transformation de la coco pour optimiser l'utilisation des ressources et minimiser les déchets. Les débouchés envisagés sont divers : alimentaire (eau, huile, lait, sorbet), agronomique (paillage avec les bourres de coco) ou encore artisanale (cordes en fibre de coco pour accrocher les panneaux des îles par exemple).

[10] Information issue de l'entretien avec Mme Elfort O. (spécialiste environnement au Cnes) réalisé le 05 juillet 2023 au CSG à Kourou

Selon la DGTM, l'opportunité de ce projet est de pouvoir répliquer les conclusions tirées de ce dernier à une échelle plus globale dans le but de mettre en place à terme une filière de la coco en Guyane.

- Vision des acteurs de « type 2 »

Le projet de valorisation de la ressource des îles est considéré comme une réelle opportunité pour les porteurs de projet identifiés. Ils voient celui-ci comme une occasion d'étendre leur activité actuelle ou en cours de lancement.

Bien qu'elle réalise déjà quelques missions ponctuelles sur les îles lors de campagnes d'abattage, la société Brionespace Vert souhaite avoir des chantiers plus récurrents afin de pouvoir faire du broyage et de récupérer une partie de la biomasse végétale provenant des cocotiers ou d'autres arbres.

Le souhait de Monsieur Brunel est de s'approvisionner en matière première provenant des îles. En effet, il aimerait pouvoir récupérer des noix de coco entières pour pouvoir alimenter sa future usine d'agro-transformation à Roura. Souhaitant fabriquer majoritairement de l'huile mais également valoriser leurs sous-produits, il veut récolter sur pied des noix matures et les exporter entières jusqu'à son usine. L'entretien des parcelles sur site ne le dérange pas, au contraire, car ça lui fait faire des économies sur ses approvisionnements en matière première

La volonté d'EBroots est semblable à celle de Brunel, c'est-à-dire de récupérer les noix de coco entières pour approvisionner sa future usine d'agro-transformation à Sinnamary. Tout comme Brunel, l'entretien des parcelles est vu comme une opportunité puisque cela engendre des économies de matière première.

4.2.1.2 Conditions de mise en place d'un projet de valorisation de la ressource des îles

Une attention particulière est portée sur les besoins des acteurs en lien avec le projet afin de définir les prérequis pour le démarrage d'une activité de valorisation sur les îles.

- Besoins des acteurs de « type 1 »

L'association Agamis comme le Cnes n'expriment pas de besoins concrets en matériel ni en aménagements puisque ceux-ci dépendent des porteurs de projets et du type de produit valorisé. Au contraire, ce sont à eux, en tant que gestionnaire et propriétaire du site, de faire en sorte de répondre aux besoins exprimés par les futurs porteurs de projet.

> « *Nous on a besoin des porteurs de projet et les porteurs de projet auront ces besoins-là. [...] Et nous justement on va être ceux qui devront fournir ces éléments d'électricité, d'eau, d'aménagement ou un local… Nous on sera plutôt ceux qui vont répondre, ou essayer du moins, de répondre à cette problématique.* » (Leroy P., 2023b)

L'association Agamis insiste tout de même sur la nécessité de prendre des porteurs de projets sérieux en termes de sécurité au travail et de qualité des produits. En effet, le projet étant réalisé sur une propriété du Cnes, son organisation demande une certaine rigueur. Les futurs porteurs de projet doivent posséder une habilitation de grimpe s'ils souhaitent récolter les noix sur les cocotiers. Concernant l'entretien, l'utilisation de produits phytosanitaires sera réglementée. Pour la transformation, les produits fabriqués doivent être aux normes européennes en les soumettant à des contrôles sanitaires et de qualité.

« *On ne peut pas travailler avec des artisans qui ne soient pas hyper carré en termes de sécurité du travail, règles d'hygiène [...] Mais voilà, on ne peut pas avoir quelqu'un qui monte un cocotier sur la propriété du Cnes sans avoir la réglementation française. Et ça même sur les produits phytosanitaires utilisés, les traitements […] »* (Schneider A., 2023[11]).

Le Cnes n'exprime pas de besoin particulier pour ce qui est des moyens que devront engager les porteurs de projet. En revanche, il a des attentes pour ce qui est de la finalité du projet : garantir la propreté du site et dégager les sentiers de promenade pour permettre aux touristes de circuler sont ses deux préoccupations. De surcroît, le Cnes attend de la présente étude d'obtenir une vue d'ensemble sur ce qui est possible de faire en termes d'entretien et de valorisation des cocoteraies pour pouvoir orienter la gestion du site.

- Besoins des acteurs de « type 2 »

L'ensemble des acteurs de « type 2 » partagent leur besoin de bénéficier d'un transport récurrent vers les îles. Un accord peut alors être passé entre les porteurs de projet et les différents prestataires maritimes qui viennent jusqu'aux îles. Pour le transport des porteurs de projet, un accord avec la navette quotidienne de Promaritime peut être envisagé. Pour le transport de la matière première vers le continent, l'idée de créer un accord de principe afin de bénéficier gratuitement des barges hebdomadaires est proposée par Brionespace Vert. En effet, ces dernières viennent chaque semaine aux îles pour amener de du fret (nourriture et fioul) mais reviennent sur le continent à vide. L'objectif serait alors d'optimiser ce trajet retour en permettant aux porteurs de projet de ramener leur production jusqu'au continent.

« En partant d'un accord de principe, d'accord de logique où ton bateau est vide, tu ne peux pas ne pas accepter de descendre ça et de poser sur le bord […]. Parce que là, la planète a besoin de ça maintenant. Ça ne coûte rien et à partir du moment où ça ne coûte rien on ne peut pas dire non. C'est un geste pour la planète, ça ne nous coûte rien, faut le faire. » (Briones V., 2023)

La société Brionespace a uniquement besoin d'un endroit pour stocker son matériel (broyeur et outils divers). Il peut s'agir d'un barnum avec une bâche ou d'une remorque fermée par exemple. N'étant pas imposantes et permanentes, ces installations ne devraient pas poser trop de soucis à négocier avec l'architecte des Bâtiments de France.

Monsieur Brunel exprime son besoin d'être outillé pour l'entretien des parcelles. Là aussi, un accord peut être fait avec Agamis pour mettre à disposition certains outils déjà présents sur les îles (tondeuse à gazon notamment).

4.2.1.3 Contraintes inhérentes au projet de valorisation de la ressource des îles

L'ensemble des acteurs de « type 1 » se sont accordés sur le principal frein au projet : l'inscription et la classification du site aux Bâtiments de France. Ce titre entraîne une protection très forte des monuments présents sur le site. Toutes constructions ou opérations de réhabilitation sont très contrôlées et restreintes. Cela compromet donc fortement la faisabilité de la mise en place d'une unité de transformation sur place. Des négociations avec l'architecte des Bâtiments de France semblent néanmoins envisageables selon le Cnes en s'appuyant sur les conclusions de la présente étude.

« Les Îles du Salut, tout le foncier, le sol, […] est inscrit au titre des monuments historiques. C'est-à-dire qu'on ne peut pas, on ne peut rien mettre comme structure, on ne peut pas faire de nouvelles

[11] Propos tirés de l'entretien avec Mme Schneider A. (responsable de l'association Agamis) réalisé le 05 juillet 2023 par visioconférence

constructions, même légères, sans l'avis de l'architecte des Bâtiments de France. Et en général il dit non. » (Py N., 2023[12])

« Après je pense qu'on n'a pas vraiment besoin pour ça sauf si on a besoin d'aménagements, si on a besoin d'un local, si on a besoin de moyens divers, là on aura besoin d'une autorisation. […] C'est compliqué mais pas impossible. [...] En fait il faut qu'on voie les possibilités et les besoins et c'est en partie ça le but de ton étude. Et après ça nous donnera aussi les arguments de négociation pour pouvoir dire « ok, on va peut-être devoir aménager quelque chose à partir de l'existant toujours mais en contrepartie voilà comment ça revalorise les îles, voilà comment ça peut affecter de façon positive ». » (Leroy P., 2023b)

Agamis évoque l'impossibilité de transformer la ressource sur l'Île Saint-Joseph à cause de l'absence d'eau et d'électricité. Si la transformation est réalisée sur place, elle doit donc nécessairement se faire sur l'Île Royale. L'aspect logistique est à considérer pour organiser le transfert de la matière première de l'Île Saint-Joseph à l'Île Royale.

Le seul bâtiment disponible et potentiellement réhabilitable pour abriter une unité de transformation est le bâtiment des canotiers sur l'Île Royale. Cependant, sa réhabilitation est compromise, et ce pour plusieurs raisons. Le Cnes n'est pas propriétaire de ce bâtiment, une négociation est donc à réaliser avec les services de l'Etat qui le possède. Une autre négociation est à mener auprès de l'architecte des Bâtiments de France afin qu'il accepte les travaux de rénovation. Pour finir, le devis demandé par le Cnes estime que la rénovation s'élève à un million d'euros. Pour Agamis, il est impensable de demander autant d'argent aux porteurs de projet mais l'association confie sa crainte d'investir puisqu'elle n'est pas sûre que projet soit rentable à long terme.

« Parce qu'on ne sait même pas si ce qu'on propose aux porteurs de projets est rentable, si la ressource est vraiment utilisable, si elle se renouvelle assez vite... Tout ça, on en a aucune idée. […] Faut que ce soit rentable pour tout le monde. […] Il faut quand même qu'il y ait un retour, enfin faut qu'on sache que ça va tenir, que c'est faisable. Ce n'est pas quelque chose qui va s'arrêter au bout d'un an parce que ce ne sera pas rentable pour le porteur de projet, parce qu'il aura trop de frais ou je ne sais quoi. » (Schneider A., 2023)

4.2.2. VOIES DE VALORISATION ENVISAGEES

Le cocotier, aussi appelé « l'arbre aux milles usages », possède la particularité de pouvoir être totalement valorisé (Chatel B. et al., 2016). Toutes les parties de cette plante ont une utilité à travers le monde. Bien qu'il existe de très nombreuses voies de valorisation possibles, nous allons nous concentrer spécifiquement sur celles réalisables dans le cadre du projet. Celles-ci ont été sélectionnées pour deux raisons principales : elles ont été évoquées par les porteurs de projet et/ou les gestionnaires actuels du site et ne requièrent pas de transformation trop technique au vu du contexte des îles.

- Produits alimentaires à base de coco

La noix de coco est un aliment très complet : elle contient une amande immature, riche en eau et en sucre qui peut être consommé cru ou transformé en divers produits (coco râpée, lait de coco, huile de coco…) ainsi que de l'eau de coco, limpide, douce et stérile qui est composée de sels minéraux et de sucres (Hébert A. *et al*, 2007).

Les produits alimentaires envisageables pour la valorisation des noix des îles sont l'eau, le lait, l'huile et le sorbet. Ces produits sont choisis car ils peuvent être fabriqués

[12] Propos tirés de l'entretien avec Mme Py N. (juriste au service environnement et sauvegarde sol du Cnes) réalisé le 05 juillet 2023 au CSG à Kourou

artisanalement et ne nécessitent qu'une transformation primaire, à l'exception du sorbet. De surcroît, les sous-produits générés par la fabrication de ces produits sont tous valorisables sous différentes formes. L'ensemble des biodéchets non valorisables autrement peuvent être broyés avec le reste de la biomasse issue de l'entretien des espaces verts.

L'eau de coco est une boisson saine et naturelle très appréciée par les sportifs. En effet, sa teneur en sucre et en sel minéraux en fait une boisson idéale pour s'hydrater et se rafraîchir après un exercice physique. Autrefois considéré comme un médicament, les propriétés fonctionnelles de ce breuvage tropical intéressent désormais les industriels (Prades *et al.,* 2012).

Sans lactose et contenant des acides gras à chaîne moyenne, le lait de coco aide à promouvoir une bonne santé cardiovasculaire et possède des propriétés anti-inflammatoires, antimicrobiennes et antifongiques. La composition du lait dépend de plusieurs facteurs : la variété, l'âge, l'environnement de la noix de coco et les conditions d'extraction. Il contient entre 50 et 54 % d'eau, 32 à 40 % de lipides et 2,6 à 4,4 % de protéines (Euphrasie, 2016). Le lait de coco est très couramment utilisé dans diverses préparations alimentaires : confiture de lait de coco, le sirop de coco, le miel de coco ou encore sorbet à la coco. (MordorIntelligence, 2023).

La noix de coco est également une excellente source de matière grasse végétale. En effet, elle peut produire de l'huile de coco et de l'huile de coprah. Contrairement à l'huile de coprah, l'huile de coco conserve tous ses nutriments et ses qualités organoleptiques (goût et odeur de la noix de coco) par son extraction à froid et l'absence de raffinage (E-Santé, 2018). Cette huile se classe dans le groupe des huiles lauriques (39 à 54 % d'acide gras laurique) puisqu'elle est riche en acides gras à chaînes courtes fortement saturés (Hébert A. *et al*, 2007). Cette matière grasse est connue pour ses propriétés antimicrobiennes et contribue au bon fonctionnement du système immunitaire (Zahnd A., 2018). Particulièrement riche en vitamines E et en phytostérols (E-Santé, 2018), l'huile de coco vierge possède de nombreuses vertus : lutte contre l'obésité, l'hypothyroïdie, le diabète, le vieillissement de la peau ou encore le cholestérol (Hébert A. *et al*, 2007). Alors que l'huile de première pression (vierge) est utilisée en cuisine, l'huile obtenue par pression à chaud est transformée en savons, et shampoings, en cosmétiques, en détergents, en peintures ou encore en produits pharmaceutiques (Gerbaud P., 2011).

Les processus de fabrication des quatre différents produits alimentaires envisagés sont détaillés dans une fiche technique présentée en annexe 30. Le tableau 18 résume les principaux éléments de cette fiche en faisant ressortir les conditions matérielles de mise en place des voies de transformation envisagées avec leurs avantages et inconvénients.

L'eau de coco conditionnée dans la noix elle-même est la seule voie de valorisation alimentaire qui peut être mise en place immédiatement. Les autres nécessitent des conditions matérielles qui n'existent pas encore sur les îles. L'eau de coco est donc une bonne façon de débuter la valorisation alimentaire des cocoteraies. D'autres produits, comme le lait, l'huile ou le sorbet à la coco qui nécessitent un processus de transformation plus poussé et qui sont donc à plus forte valeur ajoutée, restent à développer par la suite. L'objectif à terme est de diversifier la gamme de produits proposés afin de garantir la rentabilité et la durabilité du projet.

Tableau 17 : Récapitulatif des processus de fabrication des produits alimentaires à base de coco envisagés

Produit envisagé	Processus de transformation	Conditionnement	Technique & durée de conservation	Conditions matérielles	Avantages & inconvénients	Sources
Eau de coco	Extraction de l'eau	Noix elle-même	Aucun traitement : consommation immédiate	Machette ou pieu à débourrer	Obtention très facile et rapide (pas de transformation et peu de matériel : possibilité d'être obtenu sans électricité) Manque de méthodes de conservation	Chadebech L., 2017
		Bouteille en verre	Traitement thermique ou filtration : 3-4 jours au frais	Machette ou pieu à débourrer, local abrité (avec gazinière ou filtreuse, embouteilleuse et réfrigérateur), électricité		
Lait de coco	Râpage et pressage de l'albumen frais (diverses techniques)	Bouteille en verre	Aucun traitement : 3-5 jours au frais	Pieu à débourrer, laboratoire de transformation équipé (avec râpe, presse, filtreuse, embouteilleuse et réfrigérateur), électricité	Différentes options pour le choix du matériel et de la technique de transformation Nécessité d'un traitement thermique pour être conservé	Calmant T., 2015 ; Chadebech L., 2017 ; Lechevegetal, 2017 ; Tetra Pack, 2023
			Pasteurisation : 7 jours au frais	Idem + matériel de traitement thermique (pasteurisateur, stérilisateur classique ou UTH)		
			Stérilisation : 2 ans			
			Traitement UHT : 6-8 mois			
Huile de coco	Voie humide : décantation du lait de coco par fermentation naturelle ou artificielle	Pot en verre hermétique et sombre de 200 ml	Barbotage : 1-2 ans au frais	Pieu à débourrer, laboratoire de transformation équipé (avec râpe, presse, cuves de décantation, filtreuse et réfrigérateur), électricité	Produit fini plus stable et durable (conservable 1 à 2 ans) Transformation relativement longue en plusieurs étapes	Zahnd A., 2018 ; Linde, 2023 ; Saintilan M., 2023
Sorbet à la coco	Préparation d'un mélange à base de lait de coco et obtention du sorbet avec sorbetière manuelle ou électrique	Barquette en carton de 500 ml	Plusieurs semaines au congélateur Possibilité ajout d'agar-agar	Pieu à débourrer, laboratoire de transformation équipé (avec râpe, presse, cuves de décantation, filtreuse, sorbetière et congélateur), électricité	Produit à haute valeur ajoutée Nécessité d'une transformation secondaire et de l'apport d'intrants	Tatie Maryse, 2021 ; Mauro S., 2023

- Broyat de cocotier

Comme expliqué dans la partie 4.2.1.1., l'ensemble des biodéchets générés par l'entretien des espaces verts, mais aussi ceux issus de la potentielle future transformation seront valorisés grâce au broyage. La sous partie « Récolte des déchets verts » dans la partie 4.2.2.2. présente les différentes voies de valorisation possibles du broyat : compost, terreau, paillage et support de culture. Contrairement aux produits alimentaires à base de coco, cette voie de valorisation peut être faite en l'état : elle ne nécessite pas d'installation particulière puisque le porteur de projet qui s'est positionné sur sa réalisation, Monsieur Briones, possède déjà un broyeur.

Avantages : Permet de valoriser tous les biodéchets des îles (sous-produits de la coco et autres déchets verts) et ne nécessite aucun intrant

Inconvénient : Nécessite un tri rigoureux des déchets en tas

4.2.3. ORGANISATION DE LA TRANSFORMATION

En ce qui concerne la transformation, deux scénarios sont envisageables en fonction de la localisation de celle-ci : ex-situ ou in-situ. Cette réflexion se base sur les propos de l'association Gadepam (cf. rapport d'enquête en annexe 24). Cette partie présente ces scénarios avec leurs avantages et inconvénients respectifs afin de faciliter le choix quant à l'organisation de la transformation aux gestionnaires des Îles du Salut.

Peu importe le scénario choisi, le broyage des déchets verts est déjà et continuera d'être effectué sur place. En effet, Brionepace Vert, le porteur de projet qui s'est positionné pour étendre le broyage sur les îles, compte amener son broyeur afin de réaliser ses opérations in-situ.

- Scénario 1 : Transformation ex-situ

Le premier scénario envisage un export de la matière première des îles pour une transformation sur le continent. Ce scénario est actuellement envisagé par la majorité des porteurs de projet. En effet, durant les enquêtes, EBroots et Monsieur Brunel ont fait part de leur volonté de ramener les noix de coco entières sur le continent pour pouvoir les transformer au sein de leur future unité de transformation. Ces derniers ont donc partagé leur besoin de bénéficier d'un transport récurrent vers les îles. Un accord pourrait alors être passé entre les porteurs de projet et les différents prestataires maritimes qui viennent jusqu'aux îles. Pour le transport des porteurs de projet, un accord avec la navette quotidienne de Promaritime pourrait être envisagé. Pour le transport de la matière première vers le continent, l'idée de créer un accord de principe afin de bénéficier gratuitement des barges hebdomadaires a été proposée par Brionespace Vert. Ces dernières viennent chaque semaine aux îles pour amener de la nourriture et du fioul mais reviennent sur le continent à vide. L'objectif serait alors d'optimiser ce trajet retour en permettant aux porteurs de projet de ramener leur production jusqu'au continent.

Ce scénario semble être le plus adapté au projet à court terme : il permet de débuter une activité de valorisation au plus tôt en prenant en compte les contraintes du site et ceux des porteurs de projet. Les îles étant protégées au statut des Bâtiments de France, la mise en place d'une unité de transformation sur place risque d'être compliqué et de prendre du temps. Or, les porteurs de projet ont partagé leur besoin de cette matière au plus tôt pour pouvoir débuter leur activité. De plus, ces derniers sont en cours d'installation de leur entreprise, ce qui peut expliquer leur impossibilité de s'impliquer dans la mise en place d'une unité de transformation sur place.

Avantage : Scénario à court terme adapté aux enjeux actuels puisque sa mise en place est relativement facile et rapide

Inconvénient : Scénario extractif qui ne met pas en avant pas le caractère insulaire de la ressource (marché de niche)

- Scénario 2 : Transformation in-situ

Ce deuxième scénario envisage à terme l'installation d'une unité de transformation in-situ. Pour ce faire, l'association Gadepam propose deux options possibles concernant le type d'unité mise en place.

La première option, également envisagée par le Cnes, est de rénover un des anciens bâtiments de l'Île Royale, de l'équiper avec tout le matériel nécessaire pour une transformation de noix de coco aux normes et de proposer ce local en location à des porteurs de projet. Néanmoins, il existe des freins majeurs à la mise en place de cette option : la réhabilitation risque de prendre beaucoup de temps à réaliser, est très coûteuse (estimée à un million d'euros) et ne sera potentiellement pas acceptée par l'architecte des Bâtiments de France.

En réponse à ces freins, il existe une deuxième option. Il s'agit d'installer un container tout équipé pour la transformation (broyeur, presse, filtres, réservoirs, embouteilleuse…). Ce conteneur serait mis à la location pour accueillir des porteurs de projet à la semaine par exemple. Des nettoyages fréquents et rigoureux devront être réalisés par les locataires du local et une vérification devra être réalisée par un agent d'Agamis désigné responsable. Cette option comporte de nombreux avantages. La livraison, l'installation et la formation des employés à l'utilisation des machines est comprise dans l'achat de l'unité de transformation et celle-ci est fabriquée par une entreprise française. De plus, contrairement à la première option, celle-ci a moins de risque d'être refusée par l'architecte des Bâtiments de France puisqu'aucune construction ne sera réalisée sur les îles à proprement parler. Pour finir, cette option coûte beaucoup moins chère que la première (le montant d'un devis demandé par Gadepam pour une autre étude s'élevait à 16 000 euros). Deux emplacements pour ce container sont possibles. Le premier se situe à proximité des cocoteraies dans un endroit assez isolé pour ne pas trop être visible par les touristes. Afin de l'intégrer au paysage, un revêtement en bois peut être envisagé. Malgré cela, l'architecte des Bâtiments de France risque de refuser cet emplacement car il se situe sur une zone inscrite. Pour contourner cette interdiction, l'association Gadepam propose un emplacement alternatif : il s'agit de faire construire une plateforme en métal sur l'eau dans le prolongement du ponton sur l'Île Royale pour servir de support au conteneur. Cette option est intéressante mais difficilement envisageable actuellement. En effet, l'absence de recul sur la mise en place de ce genre de structure remet en question sa faisabilité. La question du dépôt et de la fixation du conteneur sur la plateforme reste encore à éclaircir. De surcroît, cette installation n'est pas sans risques puisque les embruns salés auxquels elle serait constamment soumise ainsi que les vibrations dues aux machines de transformation pourraient fragiliser la structure.

Avantage : Scénario qui correspond le plus aux principes de l'économie circulaire

Inconvénient : Difficultés liées à la mise en place de l'unité (freins réglementaires, économiques et techniques)

4.3. PROPOSITION DE MESURES DE GESTION

L'ensemble des mesures de gestion présentées dans cette partie sont des propositions à destination des gestionnaires et des futurs porteurs de projet. Ces recommandations sont élaborées à partir des constats tirés des enquêtes et serviront de guide pour l'organisation de la future activité de mise en valeur des cocoteraies. L'objectif de ces préconisations est de faciliter la mise en place des opérations d'entretien, d'aménagement, d'exploitation et de renouvellement durables des cocoteraies.

4.3.1. ENTRETIEN

D'après les enquêtes menées auprès des acteurs de « type 1 » (cf. rapport d'enquêtes en annexe 24), la gestion actuelle des espaces verts se résume à de l'entretien. Seuls les alentours des chemins empruntés par les touristes et des bâtiments sont nettoyés par Sodexnet et le RSMA sur l'Île Royale et les légionnaires sur l'Île Saint-Joseph (cf. partie 3.1.1.2. « Entretien et coûts associés »). Des opérations plus ponctuelles, durant lesquelles de l'élagage et du broyage de déchets verts sont réalisés, sont également organisées sur les îles. Ces opérations sont principalement menées dans le cadre de campagnes d'abattage d'arbres dangereux. Les prestataires mobilisés sont deux entreprises de gestion des espaces vert : CHM Solution et Brionespace Vert.

Le propriétaire majoritaire des îles, le Cnes, ainsi que le gestionnaire, l'association Agamis, souhaitent élargir les zones d'entretien du site et optimiser la valorisation des déchets verts, qui a déjà débuté avec quelques opérations limitées de broyage. Ces derniers ont en effet partagé leur volonté de généraliser cette gestion des biodéchets sur l'île et de développer une gestion paysagère en parallèle. L'objectif pour eux est de rendre le site attractif pour les touristes en rendant les espaces verts propres et bien aménagés.

Entretenir une cocoteraie nécessite plusieurs techniques pour assurer la croissance saine et la production de noix de coco de haute qualité. Afin de pouvoir guider les agents d'entretiens et les futures entreprises paysagistes, des préconisations en termes de nettoyage des espaces verts, de fertilisation des cocotiers et de lutte contre les bio-agresseurs sont émises dans cette partie.

4.3.1.1 Nettoyage des espaces verts

Une cocoteraie doit être nettoyée régulièrement, tous les 2 à 3 mois (Ministère de l'agriculture, de l'élevage et des forêts de Polynésie française, 2019), et ce pour différentes raisons. La première est pour ne pas affecter le rendement. En effet, un cocotier non entretenu peut devenir moins productif en allouant de l'énergie à des parties non essentielles de son architecture à défaut de la consacrer à la formation des noix. De plus, un nettoyage régulier aide à faciliter la récolte, et donc à baisser le coût de main d'œuvre lors de l'exploitation. Une cocoteraie entretenue permet de garder un site sain, c'est-à-dire un site où le risque de propagation de maladies est amoindri. Pour finir, l'entretien des espaces verts maintient le site propre et embelli, ce qui, selon le Cnes et Agamis, permet de le rendre plus attractif pour les visiteurs de l'île.

D'après les données issues des enquêtes, les actions principales de nettoyage des espaces verts sont les suivantes : le désherbage et le défrichage, la taille et l'élagage, le ramassage des biodéchets au sol, le tri des différents biodéchets en tas et leur broyage.

Cet entretien des espaces verts sera réalisé par deux types d'acteurs : les agents d'entretien et prestataires d'Agamis actuellement en charge de ce nettoyage et les futurs

porteurs de projet. En effet, selon le Cnes et Agamis, en contrepartie de la mise à disposition de la ressource gratuitement, les porteurs de projet ont à entretenir leurs parcelles (cf. rapport d'enquêtes en annexe 24). Ainsi, les zones de nettoyage des espaces verts sont réparties de la façon suivante : les zones qui font déjà l'objet d'un nettoyage continueront d'être entretenues par les prestataires actuels d'Agamis (Sodexnet, RSMA…) sur l'Île Royale et les légionnaires sur l'Île Saint-Joseph alors que les futures zones de cocoteraies exploitées sont entretenues par les porteurs de projets. Les cartes en annexe 27 montrent la nouvelle répartition potentielle des zones d'entretien en tenant compte de l'organisation actuelle. Ces cartes sont établies dans le cas où toutes les zones de cocoteraies sont exploitées et donc entretenues par les porteurs de projet. Cela n'est évidemment pas le cas dès le début de l'exploitation ni même à terme puisque certaines zones sont laissées en libre évolution (cf. partie 4.2.2.1.). Ces cartes restent donc théoriques et nous donnent simplement un ordre d'idée sur la répartition des zones d'entretien des îles. Aussi, certaines zones devant être entretenues par les futurs porteurs de projet le sont déjà par les prestataires d'Agamis puisque celles-ci se trouvent dans les cocoteraies. Un accord doit alors être trouvé entre ces deux types d'acteurs afin de ne pas dupliquer le travail d'entretien sur les zones communes.

En ce qui concerne le calendrier des opérations, un premier gros nettoyage des cocoteraies doit être réalisé en amont du démarrage de l'exploitation. Ce nettoyage se limite aux futures zones d'exploitation (cf. partie 4.2.2.1.) afin de faciliter la récolte par la suite. En effet, toutes les palmes, les stipes et les cocos se trouvant en dessous des cocotiers à exploiter doivent être enlevés. Ces déchets verts sont traités comme les autres, c'est-à-dire broyés puis valorisé en paillis ou en compost. L'objectif de ce premier nettoyage, proposé par Gadepam lors des entretiens, est de rendre propre la surface des cocoteraies afin de réduire la pénibilité de la récolte en facilitant le cheminement et/ou le passage des machines. De surcroît, ce nettoyage permet d'estimer depuis quand les noix sont tombées, et donc de s'assurer de leur bonne maturité, dans le cas où la récolte se ferait par ramassage des noix au sol (Calmant T., 2023). Après ce premier gros nettoyage pour rattraper le reliquat, un simple entretien bimensuel des espaces verts est nécessaire.

- Désherbage et défrichage

La première étape de l'entretien est le désherbage et le défrichage des espaces verts. L'objectif est de lutter contre la prolifération des adventices et de maintenir l'accessibilité des zones de visites et d'exploitation. Pour ce faire, une tonte des zones touristiques à l'aide de tondeuses à gazon et un débroussaillage des zones exploitées à l'aide de machettes ou de débrousailleuses est effectué. Actuellement, ces opérations sont effectuées entre 6 à 10 fois par an en fonction des prestataires sur les zones à proximité des chemins et des bâtiments (Leroy P., 2023b). Cette fréquence peut être maintenue puisque déjà mise en place. Pour les zones de cocoteraies prochainement exploitées, la fréquence des opérations dépend de la vitesse de repousse de la végétation et de la tolérance du porteur de projet au niveau de nettoyage de ses parcelles.

- Taille et élagage

La deuxième étape de l'entretien, c'est-à-dire la taille et l'élagage, permet de maintenir un espace propre et sécurisé en éliminant les branches mortes ainsi que les arbres ou les cocotiers dangereux, malades ou endommagés. S'agissant d'opérations techniques et parfois dangereuses, ces dernières ne peuvent être réalisées uniquement par des professionnels de la gestion des espaces verts à l'occasion de prestations ponctuelles. L'association Agamis fait déjà appel à deux sociétés pour effectuer ces opérations : CHM Solution et Brionespace Vert. L'objectif à terme est de poursuivre ces prestations en

élargissant la zone d'intervention à toutes les zones fréquentées par les touristes et les porteurs de projet pour l'exploitation. Ces opérations sont donc amenées à devenir plus récurrentes dans le futur mais leur fréquence n'est pas encore définie puisqu'elles dépendront des constats effectués par les prestataires lors des premières interventions.

- Ramassage et tri des déchets verts

Une fois ces opérations de nettoyage effectuées, un ramassage des biodéchets au sol est réalisé. D'après les propos de Monsieur Briones tenus lors des enquêtes, ce ramassage nécessite la mise en place d'une organisation particulière. En effet, en vue de leur valorisation par la suite, les déchets verts ramassés doivent être triés et stockés en tas (Briones V., 2023[13]). Les différentes parties du cocotier sont séparées des autres déchets végétaux afin d'optimiser leur broyage par la suite (cf. partie « Broyage »). Ainsi, les tas suivants sont formés : un pour les noix de cocos vertes entières, un pour les noix de cocos brunes entières, un pour les coques, un pour les palmes, un pour les stipes entiers ou en morceaux et un pour les autres déchets verts. Ces six tas sont stockés à différents endroits sur l'Île Royale et Saint-Joseph au niveau de chaque zone de ramassage. L'ensemble de ces tas sont ensuite rassemblés à un endroit de stockage final : un sur l'Île Royale et un sur Saint-Joseph. Le choix de la localisation de ces zones de stockage revient au propriétaire (le Cnes) et au gestionnaire (Agamis) des Îles du Salut. Sachant que l'aspect visuel du site peut être légèrement modifié, ce choix doit probablement être également validé par l'architecte des Bâtiments de France.

- Broyage

Le broyage est une technique d'optimisation des déchets verts qui permet de réduire et d'homogénéiser le volume de ces derniers à l'aide d'un broyeur. Sachant que peu de professionnels possèdent un broyeur en Guyane et que l'un des porteurs de projet, Brionespace Vert, réalise déjà du broyage sur les îles, cette étape va préférentiellement être réalisée par ce dernier. L'organisation de son activité est décrite ultérieurement dans la sous-partie « Récolte des déchets verts » en partie 4.2.2.2. D'autres acteurs en mesure de réaliser cette opération peuvent également s'ajouter au cours du projet.

Lors du broyage, il est important de séparer la biomasse en fonction de son taux de lignine et d'humidité puisque celle-ci ne va pas évoluer de la même manière (Briones V., 2023). Alors que les biodéchets avec un faible taux de lignine et une forte teneur en humidité (comme par exemple les palmes) se décomposent relativement rapidement, les biodéchets plus lignifiés et secs se dégradent beaucoup plus lentement.

Ainsi, deux débouchés pour ces déchets vert broyés sont proposés : il s'agit du compostage et du paillage. Des fiches techniques de ces processus de valorisation des déchets verts sont disponibles en annexe 25. Le compost et le paillis produits peuvent être disposés aux pieds des cocotiers afin de les amender, de conserver l'humidité du sol et de réduire le développement d'adventices. Le paillis peut également être étalé le long des chemins de promenades, comme c'est déjà le cas sur une partie des îles, afin de réduire les opérations d'entretien et d'embellir le site.

[13] Propos tirés de l'entretien avec M. Briones V. (patron de la société Brionespace Vert) réalisé le 06 juillet 2023 au siège social de l'entreprise à Kourou

4.3.1.2 Fertilisation

Bien qu'il s'agisse d'une plante relativement rustique, c'est-à-dire possédant une forte capacité de survie sans aucun apport extérieur, son état physiologique et sa productivité s'améliorent drastiquement après l'apport d'amendements (Perthuis B., 2018).

Sur le plan de la fertilisation, le cocotier a particulièrement besoin de chlore, élément minéral essentiel afin d'assurer le bon fonctionnement de ses stomates (Perthuis B., 2018). Cela explique son implantation préférentielle en bord de mer puisque le besoin en chlore est généralement couvert par les embruns salés qui pénètrent par les feuilles. En plus du chlore, le cocotier a besoin d'autres éléments minéraux essentiels comme l'azote, le phosphore, le potassium, le magnésium ou encore le calcium. Au niveau organique, le cocotier a besoin de 1,5 à 2 % de matière organique dans les 20 premiers centimètres de sol, soit un rapport C/N de 10 : 10 ‰ de carbone et 1 ‰ d'azote. Il faut noter qu'en dessous de 0,8 % de matière organique apparaît une carence azotée (De Taffin G., 1993). Le tableau 17 ci-dessous présente les valeurs seuils en éléments organiques et minéraux pour le cocotier.

Tableau 18 : Valeurs seuils en éléments organiques et minéraux pour le cocotier (Manciot R. *et al.*, 1979)

Elément	Unité	Seuil minium
Carbone (C)	%	1
Azote (N)	‰	1
Potassium (K)	mEq/100 g	0,15-0,20
Magnésium (Mg)	mEq/100 g	0,20-0,50
Phosphore (P)	ppm	400

Dans certains cas, notamment l'intérieur des terres, il arrive que le cocotier manque de certains microéléments nutritifs et provoque une chute de rendement de plus de 50 % (Gandet C. et Bourdeix R., 2020). Il est donc nécessaire de fertiliser les cocotiers carencés afin de stimuler leur productivité. Le tableau en annexe 26 présente différentes déficiences minérales qui peuvent toucher les cocotiers ainsi que le moyen de les soigner (De Taffin G., 1993). L'apport de l'élément chlore peut se faire par épandage de sel marin ou chlorure de sodium. Afin d'augmenter la productivité des cocoteraies, deux options sont envisageables : la fertilisation minérale ou organique. La première option consiste à apporter 1,5 kilogrammes d'engrais de synthèse complet N-P-K-Mg par pied de façon fractionnée et en évitant de le faire en pleine saison des pluies (Perthuis B., 2018). La deuxième option, quant à elle, consiste à apporter des engrais organiques (compost ou terreau par exemple). Certains déchets et sous-produits du cocotier constituent d'excellents intrants organiques. Les tourteaux de coprah, par exemple, avec des teneurs relativement élevés en azote (De Taffin G., 1993), contribuent à améliorer les propriétés physico-chimiques du sol, à stimuler l'activité biologique lors de la minéralisation et à augmenter les teneurs en azote, phosphore et potassium des folioles des cocotiers adultes (Lekadou T. *et al*, 2008).

Malgré les conditions pédoclimatiques favorables sur les Îles du Salut, une surdensité des cocoteraies est constatée lors de l'inventaire de la ressource, ce qui engendre une baisse notable de la productivité. Pour restaurer celle-ci, il est possible d'apporter 1,5 kilogrammes

d'engrais de synthèse complet (N-P-K-Mg) par pied en évitant de le faire en pleine saison des pluies (Perthuis B., 2018). Néanmoins, dans le cadre du projet, il est préférable d'avoir recours à une fertilisation organique plutôt que minérale pour des raisons économiques (coût élevé des engrais de synthèse) et environnementale (nocivité des engrais chimiques sur les sols). La production de compost, qui est l'une des voies de valorisation prévue pour les déchets verts des îles, peut alors servir à amender les cocoteraies et contribuer ainsi à l'économie circulaire des biodéchets du site. Des symptômes probablement révélateurs d'une déficience potassique, très fréquente chez le cocotier, sont également observés suite à l'inventaire. Afin de remédier à cette carence, une fertilisation en potassium pourrait être envisagée. Pour ce faire, il est conseillé d'apporter 2,4 kilogrammes de chlorure de potassium 60 % K_2O par an et par cocotier carencé. Ces doses correspondent aux besoins d'un individu de plus de quatre ans, ce qui est le cas des individus observés (De Taffin G., 1993).

4.3.1.3 Lutte contre les bio-agresseurs

Tout au long de son cycle de culture, un contrôle phytosanitaire du cocotier est également conseillé afin d'éviter les pertes liées aux maladies ou aux ravageurs (Perthuis B., 2018). En effet, une surveillance continue de l'état global des cocoteraies est nécessaire pour détecter rapidement tout problème potentiel et intervenir dans les plus brefs délais.

D'après l'inventaire de la ressource, les cocotiers des Îles du Salut ne présentent aucun symptôme de maladie mais possèdent néanmoins de nombreux impacts liés aux ravageurs : singes, agoutis, rats, d'agoutis, chenilles et termites.

Il existe diverses méthodes de lutte contre les attaques de singes et d'agoutis sur les cultures. Elles sont majoritairement dissuasives : gardiennage, chien attaché, épouvantail, piège… (Assogba S.C.G. et al, 2019). Cependant, le caractère isolé des îles ne permet pas aux ravageurs de partir de celles-ci. De plus, les cocotiers constituent la principale ressource alimentaire de ces derniers. Les ravageurs, confinés sur les îles, n'ont donc pas d'autre choix que de se nourrir de noix de coco. Ces méthodes dissuasives ne sont donc pas applicables au contexte du site. L'autre possibilité est d'éradiquer totalement ces individus par des méthodes plus invasives. Cette option n'est pas envisageable puisque ces derniers font partie de la biodiversité des îles qui est à préserver pour maintenir l'aspect « sauvage » du site. Ainsi, bien qu'à l'origine d'une baisse de rendement, les saïmiris et les agoutis ne vont être soumis à aucune méthode de lutte particulière. Par contre, il est important que les poubelles de l'auberge soient hors de leur portée et que les touristes cessent totalement de les nourrir afin que la population ne prolifère pas encore plus.

Responsables de nombreuses nuisances et porteurs de maladies, les rats peuvent représenter de vrais risques pour le projet de valorisation des cocoteraies. En effet, en plus de réduire la productivité en noix à cause des dégâts matériels qu'ils peuvent engendrer, les rats peuvent transmettre des maladies notamment la leptospirose à travers leur urine ou leurs déjections (Commission du Pacifique Sud, 1979). Il s'agit d'une espèce qui se reproduit très rapidement et l'infestation peut devenir difficile à éradiquer si les bonnes mesures ne sont pas prises. Aux vues des observations effectuées sur l'Île Saint-Joseph, les rats sont actuellement bien établis sur l'île et seule une importante opération de dératisation peut lutter efficacement contre leur prolifération. Il existe plusieurs techniques de dératisation plus ou moins adaptée selon le contexte. Il est possible de baguer les stipes de cocotiers avec une bande d'aluminium de 30 centimètres de large (Commission du Pacifique Sud, 1979). Néanmoins, cette technique de baguage ne va sûrement pas donner de bons résultats puisque la majorité des stipes ne sont pas verticaux et sont soumis aux embruns, ce qui réduit considérablement son efficacité. L'autre technique est de placer des

appâts empoisonnés aux pieds des cocotiers. Les raticides les plus communément utilisés et non toxiques sont les anticoagulants dont le plus connu est la warfarine, aussi appelée coumaphène (Commission du Pacifique Sud, 1979). Empêchant la coagulation sanguine, la warfarine entraine une mort par hémorragie quelques jours à deux semaines après la première ingestion. Il s'agit d'un « poison par accumulation » puisque l'animal cible doit en consommer plusieurs fois pour être effectif (A+A désinfection SA, 2023). Il est donc nécessaire de contrôler les appâts de les remplacer s'ils ont été mangés. L'efficacité de cette technique dépend essentiellement du pouvoir attractif de l'appât auquel on mélange le poison (anticoagulant) et de sa répartition dans la culture. Différents appâts ont prouvé leur efficacité : le coprah ou la noix de coco séchée additionné de farine de viande ou encore des céréales (riz, blé, maïs). Pour faire effet, le mélange final doit avoir une concentration de warfarine de 0,025 à 0,05 %. Sa durabilité peut être optimisée en le rendant imperméable à l'eau par l'addition de paraffine. En ce qui concerne la concentration d'épandage, il faut répartir environ 25 à 30 pains de warfarine de 80 g hectare (Commission du Pacifique Sud, 1979).

Pour les chenilles, des solutions existent en fonction du type de Lépidoptère dont il s'agit. La plupart des traitements ayant prouvé leur efficacité ne sont plus autorisés en France et en Europe puisqu'il s'agit de puissants insecticides (Trichlorfon, Carbaryl, Deltaméthrine). L'impact des Lépidoptères sur les îles n'est pas très préoccupant : peu d'attaques sont recensées et se limitent à la périphérie des stipes, ce qui n'entraine aucun dégât sur la production de noix. Il est néanmoins intéressant de noter certaines méthodes pour réduire leur impact dans le cas où ces chenilles venaient à se multiplier. Afin de lutter contre les chenilles de *Eupalamides sp.*, un ramassage manuel des chrysalides et des adultes lors des éclosions peut être envisagé afin de diminuer sensiblement ces dernières. Pour les chenilles de *Brassolis sophorae*, il existe également des facteurs anti-parasites (parasitoïdes et prédateurs) qui réduisent l'impact de ces ravageurs (De Taffin G., 1993). D'après une étude menée au Brésil, le parasitoïde *Conura morleyi*, également présent en Guyane, est efficace sur les pupes[14] de *Brassolis sophorae* (Marcicano M.-D.L., 2007). En cas d'attaque trop sévère, il est possible de mettre en place une lutte biologique par l'inoculation de la bactérie *Bacillus thuringiensis* avec 0,75 à 1 L/ha de solution Dipel (18 000 UAAK/mg) ou par pulvérisation de 0,6 kg/ha de Bactospeine (1 600 U/mg) (De Taffin G., 1993).

L'impact des termites n'est pas préoccupant sur les îles. Les quelques galeries creusées dans les stipes ne sont pas problématiques puisque le bois de cocotiers n'est pas valorisé pour la construction. Aucune méthode de lutte n'est alors à mettre en place pour l'instant.

4.3.2. EXPLOITATION

Le modèle d'exploitation envisagé repose sur la mise à disposition de la ressource par le Cnes à différents porteurs de projet guyanais qui se partagent des zones d'exploitation des cocoteraies. Cette mise à disposition a été confirmée à l'oral lors des enquêtes mais doit faire l'objet d'une contractualisation entre le Cnes et les futurs exploitants. La convention qui semble la plus adaptée au projet est le prêt à usage ou commodat. D'après l'article 1875 du Code Civil, il s'agit d'« un contrat par lequel l'une des parties livre une chose à l'autre pour s'en servir, à la charge par le preneur de la rendre après s'en être servi » (République Française, 2009). La particularité de ce contrat est qu'il permet de mettre à disposition un bien, notamment du foncier agricole, gratuitement au profit d'une personne tierce qui en profite librement (Goldstein S., 2023 ; Guinchard J.-C., 2017), ce qui correspond à la volonté du propriétaire des îles. Sa mise en place est aisée et rapide (Goldstein S., 2023) et

[14] Stade intermédiaire chez les diptères entre la larve et l'imago (nymphe) (Le Robert, 2023).

sa formalisation peut se faire par contrat verbal, sous seing privé ou authentique (Guinchard J.-C., 2017).

L'exploitation sera raisonnée, c'est-à-dire que l'activité permettra de tirer des bénéfices du site tout en maintenant sa durabilité en limitant son impact sur l'environnement.

4.3.2.1 Délimitation des zones exploitées

L'exploitation de la ressource se fera aussi bien sur l'Île Royale que l'Île Saint-Joseph. Bien que son accès nécessite une logistique particulière, l'Île Saint-Joseph est très intéressante à exploiter puisqu'elle abrite la majeure partie de la ressource en cocotiers (cf. partie 4.1.3.2.). Un accord doit alors être trouvé entre le Cnes, les légionnaires et les futurs porteurs de projet concernant le transfert entre l'Île Royale, desservie par les navettes maritimes, et l'Île Saint-Joseph.

L'ensemble des zones de présence de cocotiers délimitées sur la figure 3 en partie 4.1.1 ne seront pas exploitées. Dans le but de faciliter la récolte et de préserver le site, l'exploitation se limitera à certaines zones en fonction de leur degré d'accessibilité (cf. figures 4 et 5 en partie 4.1.3.1.). Sur l'Île Royale, seules les zones dites « facilement accessibles » et « moyennement accessibles » seront exploitées, soit une superficie totale de 3,2 hectares (cf. tableau 10 en partie 4.1.3.1.). Sur l'Île Saint-Joseph, étant déjà moins accessible du fait qu'elle ne soit pas aussi bien desservie que l'Île Royale, uniquement les zones « facilement accessibles » seront exploitées, soit une superficie de 3,7 hectares. Ainsi, pratiquement 7 hectares seront exploités sur les 12, c'est-à-dire 57,5 % de la surface totale des cocoteraies. Cette part de cocoteraie exploitée reste assez restreinte dans un premier temps puisqu'un faible nombre de porteurs de projet se sont actuellement positionnés sur l'activité. A terme, si les gestionnaires des îles souhaitent développer le projet ou que de futurs porteurs de projet se joignent à l'exploitation, il est tout à fait possible d'élargir les zones exploitées à l'entièreté des cocoteraies. Pour ce faire, il faudra réfléchir à mettre en place des aménagements, notamment antiérosifs, et à créer de nouveaux chemins afin de pouvoir exploiter la ressource des zones actuellement les moins accessibles.

Le reste des zones de cocoteraies, c'est-à-dire les zones dites « difficilement accessibles » ainsi que les zones « moyennement accessibles » sur l'Île Saint-Joseph, seront laissées en libre évolution. Ces surfaces représentent un total d'environ 5 hectares : 2 hectares sur l'Île Royale et 3 hectares sur l'Île Saint-Joseph. Un territoire en libre évolution, également appelé « îlot de senescence », est un espace naturel volontairement laissé sauvage, c'est-à-dire non soumis à l'intervention humaine, qu'elle soit extractive (coupe de bois, pastoralisme, chasse, pêche, cueillette) ou intrusive (sports et loisirs) (Coordination Libre Evolution, 2021). Cet espace favorise la mise en place de dynamiques écologiques et évolue ainsi spontanément jusqu'à son terme physique correspondant à l'effondrement des arbres. L'intérêt de la libre évolution est de maintenir une biodiversité en favorisant l'installation de différentes espèces et habitats écologiques. En foresterie, ces zones sont mises en place au sein de peuplements à faibles valeur économique ou peu accessibles ou encore au sein de séries boisées d'intérêt écologique (ONF, 2018). L'intérêt de la mise en place d'îlots de senescence sur les Îles du Salut est de protéger son caractère naturel et sauvage en maintenant une biodiversité et une diversité paysagère importante.

4.3.2.2 Opérations d'exploitation

Actuellement, trois porteurs de projet se sont manifestés comme étant intéressés par une activité d'exploitation de la ressource des îles Ainsi, les opérations d'exploitation proposées se basent sur celles évoquées par ces derniers lors des enquêtes. Il s'agit de la

récolte de noix pour une transformation ex-situ et du broyage in-situ de déchets verts (cf. rapport d'enquêtes en annexe 24). Il est fort possible que les îles accueillent de nouveaux porteurs de projet par la suite. Les opérations d'exploitation sont donc amenées à être modifiées au cours du temps en fonction de l'évolution de l'activité de ces derniers.

- Récolte des noix

La première opération d'exploitation envisagée est la récolte de noix de coco. Sévère Brunel et d'EBroots sont les deux porteurs de projet souhaitant valoriser cette matière première.

Pour commencer, des zones d'exploitations distinctes seront affectées aux porteurs de projet afin de ne pas entraîner des conflits d'usage ou d'entretien, comme l'a souligné Brunel lors de son entretien. Ces zones seront délimitées ultérieurement par le Cnes et Agamis en accord avec les porteurs de projet. La superficie qui leur sera allouée dépendra de leur objectif de production et de leur capacité d'exploiter et d'entretenir les zones en termes de main d'œuvre.

Contrairement aux autres arbres fruitiers, le cocotier fructifie toute l'année. Une fois arrivées à maturité, les noix finissent par se décrocher du régime et tombent au sol où elles sont récoltées régulièrement. On pratique en moyenne six récoltes par an mais la fréquence change selon le type de plantation (Hébert A. *et al*, 2007). Pour les variétés grandes, comme c'est le cas ici, la récolte est en théorie effectuée tous les deux mois puisque les noix germent en 45 à 60 jours (De Taffin G., 1993).

Afin de déterminer la date de la récolte des noix, il faut considérer l'usage qui sera fait du fruit. En effet, la noix de coco a la particularité d'avoir une grande variété d'usages, qui implique des récoltes à des stades de maturité plus ou moins avancés. La maturité de la noix se détermine à l'aide de trois critères externes (De Taffin G., 1993) :

- La déshydratation : la noix entière se dessèche ce qui entraîne la régression de la bourre et de l'eau d'environ un tiers en volume ;
- La décoloration de l'épiderme : de teinte vert, vert-jaune, à jaune ou rouge, l'épiderme vire progressivement au brun sombre, puis à un brun-gris plus clair ;
- La séparation de la noix du régime.

Le tableau en annexe 28 liste les différences physiques entre noix mûre et noix fraîche. Pour récolter l'eau de coco, la noix est cueillie fraîche sur l'arbre lorsqu'elle est encore verte, soit 6 à 9 mois après la floraison en fonction de la variété et des conditions pédoclimatiques. En revanche, pour obtenir de l'huile ou du lait de coco, la noix est récoltée mûre sur le cocotier ou au sol 9 et 11 mois après la floraison, lorsqu'elle est d'une couleur brune (Perthuis B., 2018). Il est important de noter que le processus de germination commence dès la chute du fruit. Ainsi, une récolte trop tardive conduit à un taux élevé de noix germées inutilisables (Hébert A. *et al*, 2007). De plus, dans le contexte des Îles du Salut, il nécessaire de prendre en compte l'enjeu phytosanitaire. Si le récolte se fait au sol, il faut vérifier que les noix ne soient pas souillées par les rats. Pour ce faire, il suffit de s'assurer que la noix soit restée stérile, c'est-à-dire que la coque soit bien fermée pour que la partie comestible de la noix (l'albumen) n'ait pas été contaminée.

Après réflexions issues de l'enquête réalisée avec Gadepam, trois options semblent être envisageables pour l'organisation de la récolte. Celles-ci sont présentées en exposant leurs conditions et leurs avantages afin de guider les porteurs de projet dans le choix qui

leur semble le plus adapté. Les options ne s'excluant pas, il est tout à fait envisageable que plusieurs options soient réalisées conjointement ou en parallèle sur les îles.

La première option est la cueillette des noix, vertes et/ou brunes, sur l'ensemble des cocotiers. Sachant que la hauteur moyenne des cocotiers mesurés durant l'inventaire est de 14,3 mètres et que l'utilisation d'échelles, d'escabeaux et de marchepieds comme poste de travail est interdit selon l'article 54323-63 du Code du Travail (Assemblée Nationale, 2008), cette technique nécessiterait l'intervention d'une personne possédant l'habilitation de grimpe en hauteur. Deux possibilités s'offrent au porteur de projet : soit il fait appel à un prestataire privé qui possède l'habilitation, soit il suit une formation de grimpeur. Un des avantages de cette option est qu'elle permet de maitriser le niveau de maturité des noix en ne prenant pas le risque de récolter une noix déjà germée. Par contre, elle nécessite une connaissance assez poussée sur la reconnaissance d'une noix dont la maturité est optimale pour faire le produit de valorisation voulu. L'autre avantage de cette option est qu'elle permet de limiter l'impact des bio-agresseurs au sol (agoutis, rats) et donc la baisse de rendement en noix de coco matures.

La deuxième option est de ramasser les noix de coco brunes une fois tombées au sol. Pour ce faire, un premier gros nettoyage des parcelles exploitées est nécessaire en broyant toute la biomasse présente au sol afin de ne laisser par la suite que les futures noix qui tomberont à maturité. Ensuite, un ramassage de noix à intervalles réguliers (environ 15 jours) est effectué afin de connaître à peu près depuis quand la noix est au sol et donc de s'assurer qu'elle ne soit pas germée. En plus de ce nettoyage en amont, cette option nécessite la mise en place d'une technique particulière de récolte. Afin d'optimiser le temps de travail et de mettre à profit les pentes de l'île, le ramassage débute amont d'une pente et consiste à faire rouler les noix le long de la pente en cheminant progressivement la parcelle vers l'aval. L'objectif est de regrouper l'ensemble des noix en bout de parcelle, près d'un chemin carrossable, afin de faciliter leur transport par la suite. Afin de garantir que les noix se rassemblent bien au même endroit, un filet amovible peut être placé en bas de pente au besoin. Un schéma récapitulatif de la technique est présenté en figure 8.

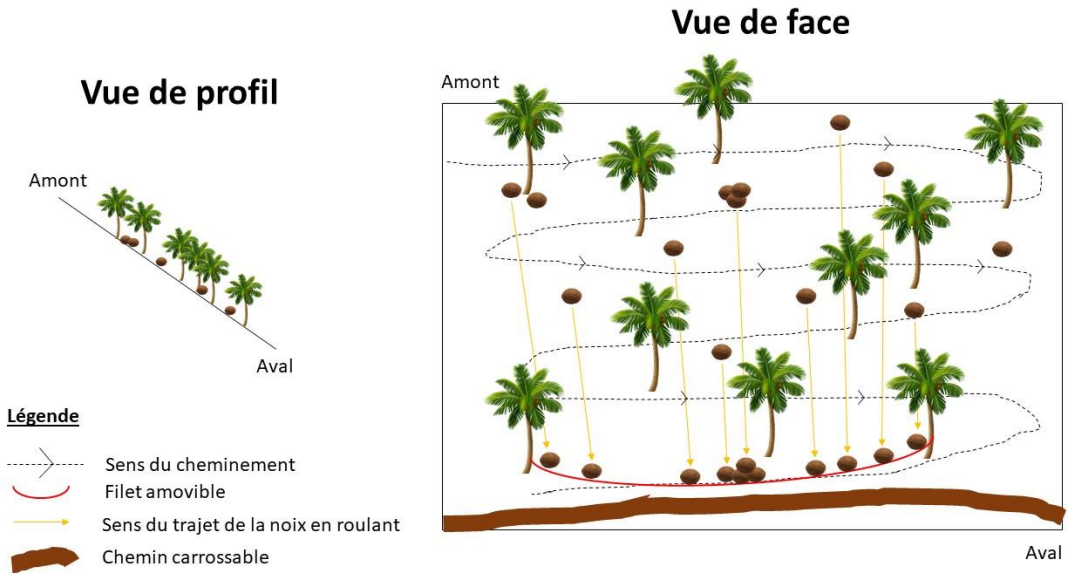


Figure 8 : Schéma de la technique de récolte de noix de coco au sol

Les avantages de cette option sont multiples : elle est réalisable par tout le monde puisqu'elle ne nécessite aucune habilitation contrairement à la première, elle est moins chronophage qu'une cueillette sur pied et elle évite le risque de cueillir une noix pas

totalement mature pour la transformation. Le seul inconvénient est le risque de contamination des noix par les rats. Une vérification de l'état de la noix devra alors être obligatoirement effectuée lors du ramassage afin de s'assurer que celle-ci ne soit pas potentiellement contaminée.

La dernière option consiste à récolter les noix, vertes comme brunes, sur des cocotiers préalablement sélectionnés. Afin de faciliter la récolte et de permettre de récupérer les noix sans l'intervention d'un grimpeur, les noix ne sont récoltées que sur des cocotiers à hauteur d'Homme. Sachant que la variété présente sur les îles sont des variétés de « Grands », les individus matures sont généralement très hauts. L'objectif est donc de réaliser des coupes sélectives afin de réduire la hauteur moyenne des cocoteraies en ne gardant sur les parcelles exploitées que les individus matures de taille moyenne, c'est-à-dire qui font au maximum 10 mètres. Cette hauteur a été définie puisque les cocotiers de type « Grands » commencent à fructifier entre 7 et 10 ans, soit à partir de 5 mètres à peu près, et que la hauteur limite pour cueillir les noix sans devoir grimper au cocotier est d'environ de 10 mètres. En effet, en-dessous de 10 mètres, la récolte peut être aisément réalisée depuis le sol en utilisant une grande perche dont l'extrémité est constituée d'une sorte de serpette, comme le montre les photos en figure 9. Ces photos ont été prises dans une cocoteraie près de Fortaleza au Brésil. Les noix de coco y sont récoltées à l'aide de cet outil par les cueilleurs qui coupent les grappes de noix avec la serpette et qu'ils retiennent par un crochet pour éviter que les fruits tombent et s'abîment (Aubry A., 2019). Cette dernière option combine les avantages des deux dernières : elle permet de maitriser la maturité et la qualité phytosanitaire de la noix tout en ne nécessitant aucune technique ni habilitation particulière. De plus, ces coupes sélectives permettent de réduire la densité en cocotiers, ce qui est bénéfique pour leur productivité. Par contre, cette option nécessite le suivi d'un programme de coupes rigoureux ainsi qu'une bonne gestion de la plantation pour maintenir une population de cocotiers productifs à la taille voulue.

Figure 9 : Technique de récolte de noix de coco dans l'exploitation de Lagoa Funda au Brésil (Aubry A., 2019)

- Récolte des déchets verts

La deuxième opération d'exploitation envisagée est la récolte des déchets verts. Un porteur de projet s'est actuellement positionné comme étant intéressé par ces derniers pour faire du broyage : il s'agit de l'entreprise Brionespace Vert. Ce porteur de projet, spécialisé dans la gestion et le traitement des espaces verts, a l'habitude de récolter et de valoriser tous types de déchets verts. Pour ce faire, il réalise de l'élagage et du démontage d'arbres puis

effectue un tri des différents types de biodéchets pour pouvoir les broyer séparément et les valoriser en divers produits.

Il faut noter que ce porteur de projet est déjà prestataire d'Agamis puisqu'il réalise ponctuellement des chantiers sur les îles lors des campagnes d'abattage. Son souhait est d'augmenter la fréquence de ses interventions pour débuter un réel projet de traitement de déchets vert sur site. Ainsi, lors des opérations d'entretien, c'est-à-dire lors du premier gros nettoyage des zones d'exploitations, lors des opérations bimensuelles de nettoyage ou encore lors des travaux d'éclaircies, Brionespace Vert peut se rendre sur les îles pour traiter les déchets ramassés par les autres porteurs de projet et les agents d'entretien d'Agamis. Son objectif est de récolter un maximum de biomasse provenant des cocotiers et d'autres végétaux pour pouvoir la valoriser en faisant du broyage. Un tri en amont du broyage permet d'obtenir différents produits de valorisation en fonction du type de déchet vert récolté : les feuilles et la matière fraîche broyées seront transformées en compost et en terreau, les stipes de cocotiers seront réduits en copeaux de bois pour faire du paillage et les fibres de coco (bourre) seront utilisées comme support de culture.

Cette opération d'exploitation permet de valoriser les déchets issus de l'entretien des cocoteraies mais également des espaces verts. Brionespace Vert insiste sur sa volonté de préserver la ressource présente sur les îles en favorisant une exploitation raisonnée et durable. Il est prévu que la majorité du broyat, ou du moins la partie nécessaire à l'équilibre des cocoteraies, soit laissée sur place afin de servir de paillage au pied des cocotiers. Uniquement le surplus de matière est récupéré et exporté sur le continent afin d'être vendue à sa clientèle.

4.3.2.3 Eclaircies

- Contexte et principe

D'après l'inventaire de la ressource, les cocoteraies des Îles du Salut sont trop denses et cette surdensité entraîne une baisse de productivité des cocotiers selon le diagnostic de l'état des noix et des régimes. Afin de réduire la densité des cocoteraies et donc d'améliorer leur productivité, des coupes d'éclaircies doivent être réalisées. En gestion forestière, une éclaircie consiste en l'élimination progressive et périodique d'une partie d'un peuplement forestier dans le but de permettre le bon développement des meilleurs arbres. L'éclaircie libère de l'espace et de la lumière, ce qui permet aux jeunes individus de croître pour atteindre la densité finale de bois recherchée (Bauffe C. *et al.*, 2019). En général, la première éclaircie prélève entre 25 et 40 % du nombre initiale d'arbres du peuplement (Colombet M. *et al.*, 1997). À terme, l'éclaircie assure la rentabilité économique du peuplement et la régénération naturelle future. Pour ce faire, une sélection est effectuée par un gestionnaire forestier pour différencier les arbres d'avenir, c'est-à-dire ceux qui vont être conservés, des arbres à prélever, ceux qui vont être coupés. Cette sélection est effectuée périodiquement et la durée de la rotation entre deux coupes dépend de la nature du peuplement, de son âge et de la dynamique de gestion (Bauffe C. *et al.*, 2019). Afin de sélectionner les arbres d'avenir, trois méthodes existent (Colombet M. *et al.*, 1997) :

- La méthode systématique, qui consiste à exploiter de manière régulière une rangée d'arbre sur trois. Son exécution est simple mais nécessite que le peuplement soit homogène, jeune et stable ;
- La méthode sélective, qui consiste à intervenir pied à pied à l'intérieur du peuplement pour supprimer la concurrence des arbres gênants ou les moins beaux (fourchus, tordus, branchus) au profit des sujets les plus prometteurs. Son exécution est plus difficile que la première méthode du fait du manque de

pénétrabilité du peuplement pour l'abattage et le débardage. Cette méthode est plus adaptée aux peuplements hétérogènes, peu stables ou en retard d'éclaircie ;
- La méthode sélective avec cloisonnement dite éclaircie mixte, qui consiste à créer un cloisonnement d'exploitation en supprimant une rangée d'arbre sur quatre, cinq ou six tout en intervenant de manière sélective dans les rangs suivants.

Les schémas en figure 10 résument les différentes méthodes d'éclaircies.

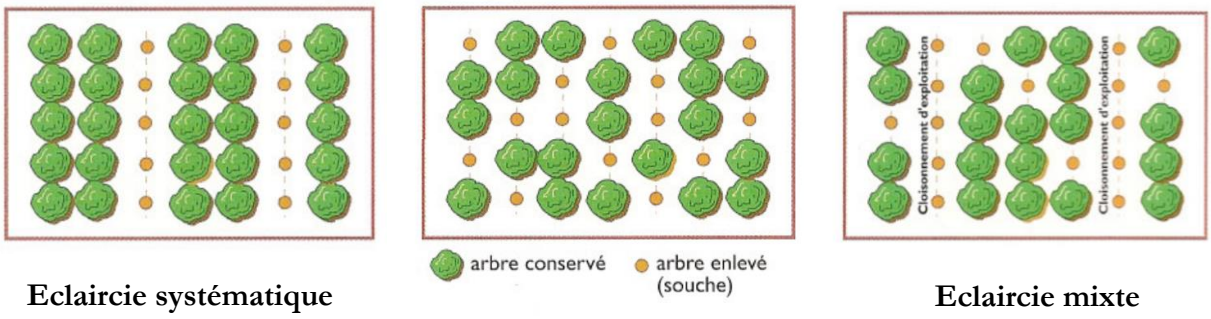


Figure 10 : Schémas des méthodes d'éclaircie (Colombet M. *et al.*, 1997)

Pour la méthode sélective, différents types d'éclaircies sont possibles en fonction de la sélection effectuée (Bauffe C. *et al.*, 2019) :

- L'éclaircie par le bas, qui consiste à supprimer les arbres dominés, c'est-à-dire ceux de la strate inférieure ;
- L'éclaircie par le haut, qui consiste à prélever les arbres dominants, c'est-à-dire ceux de la strate supérieure ;
- L'éclaircie mixte, qui combine les deux méthodes précédentes.

- Eclaircie des cocotiers productifs

En ce qui concerne les cocotiers productifs, des éclaircies sélectives doivent être effectuées dès la première année d'exploitation afin de passer progressivement d'une densité de 421 et 500 pieds par hectare à environ 150. Pour cela, les cocotiers les plus vieux et les plus hauts (qui sont souvent les mêmes) sont supprimés. Il s'agit ainsi d'une éclaircie par le haut puisque les sujets d'avenir sont les cocotiers de la strate dominée. L'objectif à terme est de réduire la hauteur moyenne des cocoteraies pour qu'elle arrive à environ 10 mètres. En plus d'augmenter la productivité de la cocoteraie, cette éclaircie facilite la récolte des noix et permet éventuellement aux porteurs de projet ou aux gestionnaires de l'île de choisir la dernière option de récolte s'ils le souhaitent.

Sachant que le cocotier est une plante à croissance symétrique, le maximum d'éclairement est obtenu grâce au dispositif de plantation en « triangle équilatéral » : les cocotiers sont disposés en quinconce sur des lignes parallèles orientées Nord-Sud (De Taffin G., 1993). Afin d'arriver à une densité se rapprochant de 150 pieds par hectares, le côté du triangle, soit la distance entre chaque cocotier productif, doit être de 9 mètres. Sachant qu'il ne s'agit pas d'une plantation mais d'une éclaircie, l'objectif n'est pas d'arriver à cette disposition exacte mais de s'en rapprocher. Ainsi, lors des coupes, deux cocotiers porteurs de noix sur trois est éliminé afin de diviser par trois la densité en cocotiers productifs. Les individus les plus hauts sont supprimés en essayant de respecter un espacement d'environ 9 mètres au minimum entre les individus restants. Dans la mesure du possible, les cocotiers sélectionnés sont ceux qui sont positionnés en quiconque. Le

schéma en figure 11 illustre la sélection envisagée pour les coupes d'éclaircies sur les cocotiers productifs.

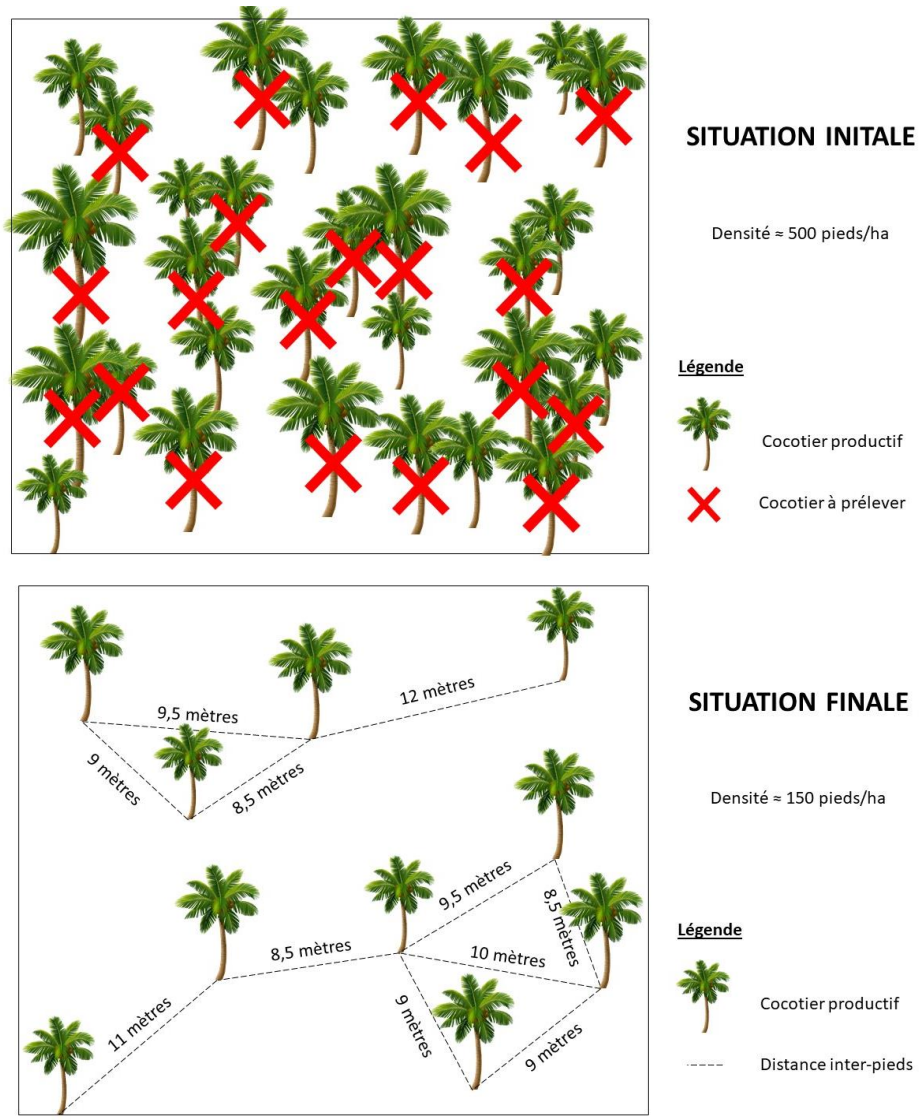


Figure 11 : Schématisation des coupes d'éclaircie pour les cocotiers productifs

- Eclaircie des cocotiers non productifs

Les cocotiers non productifs autres que la régénération, c'est-à-dire les cocotiers qui font la plupart du temps entre 1 et 5 mètres (ce qui correspond aux individus du stade 3 défini en partie 4.1.4.), ont une densité moyenne de 300 individus par hectares. Sachant que l'objectif à terme est d'arriver à une densité d'environ 150 cocotiers productifs par hectare, une éclaircie sélective de ces individus doit également être réalisée en parallèle de l'éclaircie des cocotiers productifs. Contrairement à la régénération, ces individus vont très prochainement entrer en production. La densité visée à l'issue des éclaircies est donc identique à celle des cocotiers déjà productifs. Ainsi, ces éclaircies doivent réduire de moitié la densité actuelle de ces individus en supprimant les cocotiers les plus chétifs.

En ce qui concerne la régénération, c'est-à-dire les cocotiers dont le stipe est inférieur à 1 mètre (ce qui correspond aux individus du stade 1 et 2 définis en partie 4.1.4.), les densités sont très différentes en fonction des îles. En effet, sur l'Île Royale la régénération est relativement restreinte (219 individus/ha) alors qu'elle est extrêmement prolifique sur l'Île Saint-Joseph (4 200 individus/ha). Afin d'assurer un bon renouvellement des

cocoteraies des îles, cette régénération ne va pas subir d'éclaircies à proprement parlé mais plutôt des relocalisations de ces individus dans des zones spécifiques appelées « nurseries ». Le fonctionnement de ces dernières est expliqué dans la partie suivante (cf. partie 4.2.2.4.).

4.3.2.4 Renouvellement

Afin d'assurer une gestion durable des cocoteraies des Îles du Salut, il est important d'avoir une réflexion sur le renouvellement. Une bonne gestion de la régénération permet d'assurer la pérennité et la résilience des cocoteraies.

D'après l'inventaire de la ressource, la densité de régénération n'est pas égale sur les deux îles. Contrairement à l'Île Royale, la régénération sur l'Île Saint-Joseph est actuellement beaucoup trop dense pour permettre une bonne croissance des sujets d'avenirs. Ainsi, il est indispensable de réduire drastiquement le nombre de noix germées et de plantules sur cette île. Pour ce faire, un prélèvement des individus doit être effectué afin de baisser de 90 % la densité de régénération de l'Île Saint-Joseph (passer de 4 200 individus/ha à environ 400). Les individus qui ne sont pas ou faiblement enracinés sont ceux préférentiellement choisis afin de ne pas prendre le risque de les endommager. Ensuite, cette régénération est relocalisée dans une zone dédiée à son stockage et à sa croissance : la nurserie. Une nurserie est déjà présente sur l'Île Saint-Joseph. L'objectif est d'en créer une nouvelle sur l'Île Royale pour y transférer la régénération excessive de l'autre île. Le choix de la localisation de celle-ci revient aux gestionnaires des îles mais il est possible de la placer à proximité de la piscine des bagnards. Les noix stockées dans les nurseries servent à alimenter le remplacement progressif des cocotiers les plus vieux sur les deux îles.

4.3.3. AMENAGEMENT

Des aménagements peuvent être mis en place au sein des cocoteraies pour de nombreuses raisons : limiter l'entretien et la pénibilité de l'exploitation, éviter l'érosion, apporter une plus-value économique ou encore mettre en valeur le patrimoine naturel. Trois types d'aménagements sont proposés ici : l'aménagement agroforestier, l'aménagement antiérosif et l'aménagement agrotouristique.

4.3.3.1 Aménagement agroforestier

Une fois les coupes d'éclaircie effectuées sur l'Île Saint-Joseph, il peut être intéressant de mettre en place de l'agroforesterie sur certaines parties de cocoteraies. Cette idée a été proposée par le Cnes lors des entretiens comme une perspective d'aménagement sur le long terme.

L'agroforesterie se définit comme « l'association d'arbres et de culture ou d'animaux d'élevage dans un même système de production agricole » (Chambres d'Agriculture, 2021). L'aménagement agroforestier imaginé pour le site est une association entre les cocotiers restants après les éclaircies et des espèces de sous-bois afin de créer un système à étages comme le montre le schéma en figure 12.

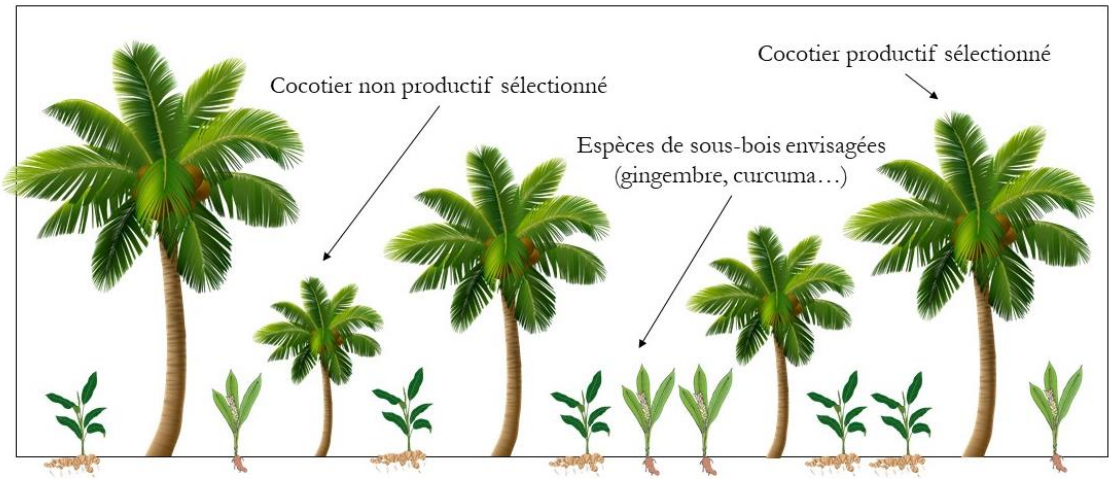


Figure 12 : Schéma d'un exemple de système agroforestier à base de cocotiers

L'objectif premier de cet aménagement est de limiter le risque de développement de végétation spontanée au pied des cocotiers après une ouverture du couvert végétal. En effet, la réduction de la densité des cocoteraies entraîne une hausse de la lumière incidente au sol, ce qui favorise la pousse de végétaux comme les adventices. Ces dernières peuvent entraîner une hausse de la pénibilité de la récolte et être à l'origine d'un surcoût à l'entretien. Le deuxième objectif de la plantation agroforestière est d'apporter une plus-value économique au sous-bois en y mettant des espèces végétales économiquement intéressantes.

Les espèces de sous-bois choisies doivent être tolérantes aux embruns salés pour pouvoir bien se développer dans ce milieu insulaire. Elles doivent également être à tendance héliophile, c'est-à-dire avec la capacité de se développer dans des conditions ensoleillées puisqu'elles seront implantées dans des trouées. Ces espèces doivent également être peu contraignantes au niveau de l'entretien et de la récolte. Les plantations de fruitiers ne sont donc pas envisageables puisqu'elles nécessitent du temps à consacrer à la taille et au ramassage régulier des fruits qui sont périssables. L'objectif ici est de pouvoir bénéficier de la production des plantes de sous-bois sans ajout d'opérations d'entretien et d'exploitation.

La première famille d'espèce qui répond à ces critères est la famille des Zingibéracées. Famille du gingembre (*Zingiber officinale*), du curcuma (*Curcuma longa*) ou encore de la cardamome (*Elettaria cardamomum*), les Zingibéracées sont des plantes pérennes qui poussent dans les zones humides tropicales et subtropicales (Conservation Nature, 2023). La famille des Zingibéracées est intéressante à valoriser car elle est constituée de nombreuses Plantes Aromatiques à Parfum et Médicinales (PAPAM). Par exemple, l'espèce locale *Renealmia guianensis*, appelée « quatre épices » ou encore « gingembre bois », est abondamment utilisée par les créoles en Guyane pour soulager de nombreux maux et traiter notamment le paludisme (Grenand P. *et al*, 2004). Ainsi, il est envisageable d'implanter sur les îles un mélange d'espèces de cette famille en sous-bois pour pouvoir à la fois alimenter en condiments et en épices le restaurant de l'auberge sur l'Île Royale s'il le souhaite mais aussi promouvoir les plantes médicinales locales.

Figure 13 : Photographie de feuilles et de fruits de Renealmia guianensis (Delnatte C., 2023)

L'autre espèce fréquemment présente localement dans les zones de régénération forestière et de sous-bois est la Vénéré (*Siparuna guianensis*). Il s'agit d'une espèce néotropicale d'arbuste appartement à la famille de Siparunacées. Au sein des plateaux des Guyanes, cette espèce est réputée pour ses propriétés médicinales au sein des populations rurales et amérindiennes. Divers remèdes sont élaborés à partir de l'infusion des feuilles, de la décoction et de la macération de l'écorce (Grenand P. *et al.*, 2004). Cet arbuste peut être également inclus dans le système agroforestier prévu. Une image de ses feuilles et de ses fruits est présentée en figure 13.

Figure 14 : Photographie de feuilles et de fruits de *Siparuna guianensis* (Gaubert O., 2010)

4.3.3.2 Aménagement antiérosif

Dans le but de pouvoir cultiver à terme les zones de cocoteraies « moyennement » et « difficilement accessibles », il est intéressant de réfléchir à la mise en place de mesures antiérosives. Effectivement, les zones les moins praticables des îles sont soumises à de fortes pentes qui compromettent leur exploitation. Cet aménagement n'a été évoqué par aucun acteur lors des enquêtes mais paraît important dans le contexte pédologique fragile que représente un milieu insulaire.

Afin de limiter l'érosion et de réduire progressivement la pente dans ces zones, trois types de mesures antiérosives peuvent être mises en place :

- La plantation des cocotiers selon les courbes de niveau ;
- La mise en place de terrasses progressives à l'aide de haies vives et de fascines végétales ;
- L'implantation d'une couverture végétale au sol avec l'introduction de plantes de couvertures ou l'application d'un paillage.

L'ensemble de ces mesures sont expliquées dans des fiches techniques regroupées dans un « Petit guide de pratiques antiérosives » présenté en annexe 29. Ce guide a été élaboré dans le cadre d'un précédent stage effectué en 2021 à Mayotte. Les recommandations effectuées dans celui-ci peuvent tout à fait être adaptées et appliquées au contexte du projet.

4.3.3.3 Aménagement agrotouristique

Le dernier aménagement proposé pour les Îles du Salut est celui agrotouristique. L'idée de développer une activité écotouristique découle de la volonté du Cnes de mettre en valeur le patrimoine architectural et naturel des îles depuis la création de l'Agamis en 1999. Par le biais de la valorisation des cocoteraies, il est donc intéressant pour eux de proposer une activité agrotouristique pour pouvoir augmenter l'attractivité des îles aux touristes.

La vision commune d'Agamis et du Cnes est d'aménager un sentier de découverte des cocoteraies sur l'une des îles. L'Île Royale semble la plus propice à cet aménagement puisqu'il s'agit de l'île la plus accessible. Effectivement, il est difficile d'accoster sur l'Île Saint-Joseph et son accès n'est pas adapté aux personnes âgées ou à mobilité réduite. De plus, le potentiel atelier de transformation ainsi que la boutique du musée sont situés sur l'Île Royale, ce qui confirme la pertinence de mettre en place le sentier sur celle-ci.

L'objectif de cet aménagement est donc de proposer un parcours découverte qui permet aux touristes de comprendre les enjeux autour de la gestion et l'exploitation durable d'une cocoteraie tout en préservant le patrimoine historique et naturel des Îles du Salut. Ce sentier peut s'inspirer du projet d'aménagement des sentiers « Bord de fleuve et Boucle Amadou » mené par le Parc Amazonien de Guyane (PAG) dans la commune de Papaïchton (Amazonien de Guyane, 2023[15]) ou encore du sentier de Montabo mis en place en 2005 par le Conservatoire du Littoral à Cayenne (Conservatoire du Littoral, 2013). Les itinéraires proposés sont plus longs que ceux envisageables pour le projet des îles (respectivement 12 et 3,8 kilomètres), mais la finalité est la même : développer un parcours thématique mettant en valeur le patrimoine culturel et la biodiversité locale. Il pourrait être intéressant de travailler en collaboration avec le PAG, le Conservatoire du Littoral ou encore l'Office

[15] Données tirées de la fiche projet « Sentiers Bord de fleuve et Boucle Amadou » rédigée par le Parc Amazonien de Guyane en 2023. Il s'agit d'un document confidentiel transmis par M. Hubert dans le cadre du stage.

National des Forêts (ONF) afin de bénéficier de leurs expériences en termes d'aménagement de ce type de sentiers.

Un itinéraire intéressant pour le parcours découverte sur l'île Royale peut être constitué des étapes suivantes :

- Une promenade au sein d'une partie exploitée et en libre évolution de la cocoteraie ;
- Une observation de la nurserie (zone de croissance de la régénération) ;
- Une visite du potentiel futur atelier de transformation ;
- Un passage par la boutique du musée d'Agamis.

Afin de servir de support au parcours, un petit guide de présentation des cocoteraies (historique de la plantation, description de la plante et explication du mode de gestion et d'exploitation) peut être rédigé en français et en anglais et distribué aux visiteurs de l'île. Des petites pancartes illustrées dans les deux langues, similaires à celles du sentier de Montabo, peuvent également être mises en place tout au long du parcours. Lors des enquêtes, la DGTM a partagé son souhait de consacrer une partie de ces panneaux à l'explication des principes de l'économie circulaire appliqués au projet de valorisation des cocoteraies du site. A terme, un audioguide (éventuellement payant) peut également être développé et géré par l'association Agamis pour permettre aux touristes d'écouter une présentation plus complète concernant le patrimoine historique et naturel des Îles du Salut.

En plus d'une gestion par l'association Agamis, la mise en place de ce sentier agrotouristique peut éventuellement faire l'objet d'une prestation par le RSMA de Guyane. Cela permet d'inclure une dimension sociale au projet en favorisant l'insertion des jeunes.

4.4. FAISABILITE DU PROJET

Afin de mener à bien ce projet, une réflexion sur le modèle économique proposé ainsi que la matrice SWOT est amorcée dans cette partie.

4.4.1. MODELE ECONOMIQUE PROPOSE

Une organisation et un modèle économique communs sont ressortis des entretiens avec Agamis et le Cnes. L'idée est de proposer l'exploitation et la valorisation de la ressource en cocotiers à des porteurs de projet à titre gratuit par le Cnes en contrepartie d'un entretien des parcelles et d'un soutien financier à Agamis. Dans la partie 4.2.2., le conventionnement proposé pour l'exploitation est le prêt à usage. Ce contrat permet de mettre à disposition gratuitement des parcelles d'exploitation aux porteurs de projet. Les conditions de cette mise à disposition doivent être explicités dans le contrat. La première condition est l'engagement du porteur de projet à nettoyer et à entretenir la ou les parcelles qu'il exploite. La deuxième condition est le reversement d'une partie des bénéfices générés par les porteurs de projet à l'association Agamis par le biais de dons monétaires ou en nature afin de participer à la mise en valeur du patrimoine.

> « *Un des objectifs ça serait idéalement que […] tout le profit ça soit pour les porteurs de projet mais aussi qu'Agamis en récupère une partie et s'en serve pour revaloriser à nouveau de patrimoine des îles. Donc l'idée c'est de faire une sorte de cercle vertueux là-dessus.* » (Leroy P., 2023b)

> « *Donc si on a un porteur de projet qui vient, effectivement, le porteur de projet il faut qu'il conventionne avec le propriétaire mais le principe c'est qu'une partie des bénéfices du porteur du projet soit reversée au site. Donc ça peut très bien être, on va dire, un pourcentage de chiffre d'affaires, mais ça peut aussi être que le porteur de projet reverse à Agamis un certain nombre de produits. […] Mais il est hébergé sur un site qui est entretenu sur lequel il a des accès facilités donc il faut qu'une partie soit reversée au site.* » (Schneider A., 2023)

Cette idée d'accord semble très prometteuse puisqu'il s'agit d'une situation « gagnant-gagnant » pour l'ensemble des acteurs. En effet, les porteurs de projet font des économies puisqu'ils n'ont pas de coût de matière première ni de location d'un terrain et de matériel. En parallèle, l'association Agamis récolte une partie des recettes générées par la valorisation des produits pour la revalorisation du site. Pour finir, le Cnes et Agamis bénéficient d'un entretien gratuit des cocoteraies ce qui leur permet de profiter d'un site propre et donc plus attractif pour les touristes sans surcoût.

> *« Mais ça aurait aussi un avantage pour nous Agamis en termes de gestion du site parce qu'effectivement les parcelles de cocoteraies sur Saint-Joseph elles sont pas du tout entretenues et ça pourrait amener un vrai plus en termes de visites et d'entretien du site visuel positif sur certaines parcelles.* » (Schneider A., 2023)

4.4.2. MATRICE SWOT DU PROJET

Afin de servir de synthèse réflexive concernant le projet de valorisation des cocoteraies des Îles de Salut, une matrice SWOT est présentée en tableau 19. L'ensemble des informations synthétisées viennent de la phase de collecte de données : elles peuvent être directement tirées des propos des enquêtés ou découler des observations réalisées durant l'inventaire de la ressource ou les entretiens.

Tableau 19 : Matrice SWOT du projet de valorisation des cocoteraies des Îles du Salut

FORCES	FAIBLESSES
Importante ressource en matière première et forte régénération de celle-ci Porteurs de projet très motivés et avec un projet construit en parallèle Volonté de mettre en place une valorisation locale et durable de la ressource en favorisant l'économie circulaire (circuit court et « 0 déchet ») Combinaison des besoins de différents acteurs impliqués dans le projet : entretien des espaces verts et mise en valeur du patrimoine naturel pour les acteurs de « type 1 » et valorisation agroéconomique des cocoteraies pour les acteurs de « type 2 »	Surdensité des cocoteraies entraînant une baisse de productivité Nombre relativement faible de porteurs de projet potentiels (Brionespace Vert, Brunel Sévère et EBroots) Difficultés liées à la mise en place d'une unité de transformation in situ : possibilité de travaux très restreinte à cause du statut de protection des îles aux Bâtiments de France et scénarios envisagés soit trop coûteux (rénovation du bâtiment des canotiers à 1 million d'euros) ou utopiste (installation d'un conteneur sur l'eau) Insularité du site de production : logistique contraignante et réflexion autour du transport de la matière première
OPPORTUNITES	**MENACES**
Marché en oligopole (forte demande et faible offre) : la majorité de l'huile de coco consommée en Guyane est importé (4 tonnes sont vendues par an dont seulement 0,01 % qui proviennent de la production locale) ⇒ Vente facilitée de la production Marché local de l'huile végétale en plein essor : développement récent de plusieurs entreprises guyanaises de transformation d'huile végétales ⇒ Contexte propice pour démarrer une activité dans ce secteur	Part importante de l'huile de coco locale produite domestiquement Existence de nombreux producteurs d'huile de coco informels (production privée et revente non formalisée) Absence de visibilité sur la rentabilité et la durabilité du projet (capacité renouvellement de la ressource inconnue) Deux des trois porteurs de projet sont en cours de création de leur entreprise : incertitudes sur la réussite de la mise en place de leur activité ⇒ Engagement non assuré

5. DISCUSSION

Les choix méthodologiques et les résultats de l'étude présentés dans ce mémoire sont discutables. Bien qu'ils soient basés sur une méthodologie justifiée, certaines conclusions issues de l'analyse des données sont à nuancer ou à approfondir.

5.1. DISCUSSION DES CHOIX METHODOLOGIQUES

5.1.1. CHOIX LIES AU PROTOCOLE D'INVENTAIRE

Dans la partie 3.2.1.2. « Préparation des modalités d'inventaire », le nombre d'unité d'échantillonnage a été déterminé à partir de deux éléments : le coefficient de variation (CV%) et l'erreur d'échantillonnage (err) admissible. Ces deux paramètres ont été fixés à priori en se basant sur les observations réalisées en 2019 par le bureau d'études Nexus. Afin d'améliorer la qualité de l'échantillonnage, un pré-inventaire de la ressource aurait pu être réalisé afin de mettre à jour et de rectifier les constats effectués par Nexus. Pour ce faire, un échantillonnage préliminaire à très faible taux est à préconiser (Bellefontaine *et al.*, 1997).

A posteriori, il convient donc de vérifier les hypothèses effectuées en calculant le coefficient de variation et l'erreur d'échantillonnage de certaines variables quantitatives étudiées : la densité en cocotiers productifs, le volume de bois par hectare, le nombre de palmes vertes par hectare et le nombre de noix matures et immatures par hectares (moyenne à l'année). Ces variables sont choisies puisqu'elles sont représentatrices du potentiel productif de la ressource en cocotier. D'après Dreyfus P. (2023), il convient de fixer le coefficient de variation et l'erreur d'échantillonnage pour la variable à laquelle le plus d'importance est accordé (Dreyfus P., 2023). Sachant que l'inventaire a pour objectif de caractériser le potentiel productif et que plusieurs porteurs de projet se positionnent sur la transformation de la noix de coco, la variable concernant la ressource en noix semble être la plus importante. Il est cependant également intéressant de calculer ces paramètres pour quelques autres variables représentant le potentiel productif.

Les résultats des calculs de ces paramètres sont donnés avec deux chiffres significatifs. Les formules utilisées sont les suivantes :

$$\mathbf{CV\%} = \frac{\sigma}{\mu} * 100$$ avec σ l'écart type de la variable calculée et μ sa moyenne

$$\mathbf{err} = \frac{t * CV\%}{\sqrt{N}}$$ (cf. formule p.24) avec t le coefficient de Student (estimé à 2) et N le nombre de placettes inventoriées

Tableau 20 : Calcul des coefficients de variation et des erreurs d'échantillonnage pour certaines variables étudiées

Île	Variable étudiée	CV%	err
Royale	Densité en cocotiers productifs	30,68	21,70
	Volume de bois par hectare	30,79	21,77

	Nombre de palmes vertes par hectare	32,09	22,69
	Nombre de noix matures par hectare	60,19	42,56
	Nombre de noix immatures par hectare	49,32	34,88
Saint-Joseph	Densité en cocotiers productifs	22,83	14,44
	Volume de bois par hectare	28,69	18,15
	Nombre de palmes vertes par hectare	28,52	18,04
	Nombre de noix matures par hectare	44,57	28,19
	Nombre de noix immatures par hectare	38,79	24,53

Le tableau 20 ci-dessus révèle que le coefficient de variation (CV%) et l'erreur d'échantillonnage (err) fixés respectivement à 20 % et à 10 % dans le protocole d'inventaire ont été sous-estimés. Il est intéressant de remarquer que ces derniers sont sensiblement différents entre les îles : les coefficients de variations et les erreurs d'échantillonnages sont plus élevés sur l'Île Royale que sur l'Île Saint-Joseph. Il aurait donc été judicieux de réaliser un plan d'échantillonnage par île afin de fixer un nombre de placette d'inventaire adapté à l'hétérogénéité de chacune d'entre elles. Au sein de ces îles, les différentes variables étudiées ont des coefficients de variations et des erreurs d'échantillonnage assez semblables, à l'exception des variables concernant le nombre de noix. En effet, sur l'Île Royale le CV% de la majorité des variables se situe aux alentours de 30 % avec une erreur d'échantillonnage de 20 %. En revanche, pour le nombre de noix matures ou immatures, le CV% se situe entre 50 et 60 % et l'erreur d'échantillonnage se rapproche de 40 %. On retrouve la même logique sur l'Île Saint-Joseph avec des valeurs plus faibles.

Sachant que l'un des intérêts majeurs de ces cocoteraies est l'exploitation de la noix, le coefficient de variation réel doit se rapprocher des valeurs calculées pour cette variable. Sachant que le coefficient de variation est établi en classes de 5 (cf. tableau 4 p. 24), des approximations peuvent être faites. Le CV% réel est d'environ 55 % sur l'Île Royale et d'environ 40 % sur l'Île Saint-Joseph. Pour arriver à l'erreur d'échantillonnage de 10 % fixée à priori, il aurait donc fallu inventorier 121 placettes sur l'Île Royale et 80 placettes sur l'Île Saint-Joseph (Dreyfus P., 2023). En connaissant l'avancée actuelle du projet, une telle précision n'est néanmoins pas attendue de l'inventaire. Il est donc justifiable de passer à une erreur d'échantillonnage de 20 % afin de baisser considérablement le nombre de placettes d'inventaire : 30 sur l'Île Royale et 22 sur l'Île Saint-Joseph.

Ensuite, le relascope à chaînette utilisé pour déterminer la surface terrière des placettes a été fabriqué à la main, faute d'en trouver un disponible pour les besoins du stage. La marge d'erreur liée au matériel lors de la mesure est donc assez élevée. La surface terrière déterminée diffère alors probablement de celle qui aurait été trouvée avec un réel relascope.

L'état nutritif des cocotiers est uniquement déduit des observations réalisées sur les placettes de l'état des feuilles et de la productivité des régimes de noix. Néanmoins, une évaluation précise et rigoureuse de l'état nutritionnel des cocoteraies passe par un diagnostic foliaire. Par manque de temps et de moyens, ce dispositif n'est pas mis en place dans le cadre du stage mais peut faire l'objet d'une étude postérieure.

Pour finir, le calcul du coefficient de forme est basé sur la mesure de neuf stipes de cocotiers, ce qui est assez faible et entraîne donc une imprécision du calcul (cf. annexe 19). La précision du coefficient de forme F peut être déduite du calcul de l'incertitude relative p avec p = $\frac{2u}{m}$ (Beury J.N., 2010). Plus l'incertitude relative est faible, plus la précision est élevée. Une mesure est considérée comme satisfaisante lorsque l'incertitude relative est inférieure à 5 % (MyMaxicours, 2023). Ici, p = $\frac{0,08}{0,78}$ ≈ 10,3 %, ce qui est largement supérieur à ce seuil. Afin de réduire l'incertitude et d'augmenter la précision de la mesure, un plus grand nombre de stipes doivent être mesurés. Pour que p soit réduit de moitié (passer de 10,3 % à environ 5 %), il faut diviser par deux la valeur de u, ce qui implique de multiplier par quatre le nombre N de stipes mesurés car u = $\frac{\sigma}{\sqrt{N}}$ d'où $\frac{u}{2} = \frac{\sigma}{2\sqrt{N}} = \frac{\sigma}{\sqrt{4N}}$. Ainsi, il aurait fallu mesurer au minimum la circonférence de 36 stipes de cocotiers pour avoir une incertitude d'environ 5 %. Idéalement, encore plus de stipes doivent être mesurés afin de réduire au maximum p pour gagner en précision dans l'estimation du coefficient de forme.

5.1.2. CHOIX LIES A LA PREPARATION DES ENTRETIENS

Afin d'enrichir les données obtenues et de gagner en fiabilité, il aurait été intéressant d'élargir l'échantillon de personnes enquêtées. Durant les enquêtes semi-directives, quatorze individus ont été interrogés à l'occasion de huit entretiens. Ce nombre est relativement restreint par rapport à ce qui était prévu au départ : huit autres acteurs devaient être rencontrés, deux de plus du « type 1 » et six du « type 2 ». Il s'agit de la Sgheg et du légionnaire de l'Île Saint-Joseph pour le « type 1 » et de diverses entreprises locales de production ou de transformation de produits à base de coco pour le « type 2 » (Huile de coco Guyane, Comptoir d'Amazonie, Belles Racines, Lawa Switi, Elayane, Biostratege). Ces entretiens n'ont pas pu être effectués à cause de l'absence de réponses positives aux demandes de rencontre, et ce malgré de nombreuses relances. Cette absence de réponses reflète sûrement un manque d'intérêt des acteurs identifiés pour le projet de valorisation sur les Îles du Salut.

Le choix de mener la moitié des entretiens collectivement est discutable. Bien que cela permette de gagner du temps, le risque de ce type d'entretien est de perdre en quantité et en qualité d'information par rapport aux entretiens individuels (cf. sous partie « Réalisation des entretiens » en partie 2.2.2.3.). Si le temps n'est pas un facteur limitant, il pourrait être pertinent diviser les entretiens collectifs en individuels en ciblant plus les questions pour chaque acteur d'une même structure.

5.2. DISCUSSION DES RESULTATS

5.2.1. RESULTATS DE L'INVENTAIRE

Les résultats issus de l'inventaire sont tous exprimés avec un intervalle de confiance à 95 % (cf. sous-partie « Quantification des cocotiers » en partie 3.2.1.3). Cet intervalle se base sur la loi normale qui est vérifiée pour un échantillon de taille suffisamment grande (N > 10) (Magain P., 2023). Or, dans le cadre de l'étude, les échantillons sont toujours plus

petits que 10 (ou parfois égaux). Afin de ne pas complexifier les calculs, la loi normale a tout de même été approximée pour les mesures effectuées. Ainsi, il existe un biais dans le calcul des intervalles de confiance. Afin d'améliorer la fiabilité et la qualité des valeurs obtenues, une étude complémentaire pourrait être réalisé avec des moyens humains et matériel permettant un échantillonnage plus large.

L'analyse des résultats de l'inventaire a pour objectif d'avoir une idée du potentiel de la ressource. Il est important de rappeler qu'il s'agit d'une estimation puisque la ressource en bois, en palmes et en noix sont déduites d'observations à un instant t. Ces observations sont ensuite extrapolées à une année en essayant de prendre en compte la variabilité saisonnière. Ces extrapolations sont imprécises puisqu'elles se basent sur des données issues de la bibliographie et qui ne sont donc pas forcément adapté au contexte du site.

Pour la ressource en palmes, le raisonnement est basé en « équivalent poids frais », ce qui surestime le poids des palmes au sol puisqu'il s'agit de palmes sèches (moins lourdes que les vertes puisque le taux d'humidité est moins élevé). Le manque d'informations disponibles dans la bibliographie contraint donc de se contenter de cette équivalence pour avoir des ordres de grandeur.

La pesée des noix n'est pas un volet majeur de l'étude. Ainsi, faute de temps, la taille de l'échantillon est encore plus restreinte que pour les autres paramètres étudiés. Effectivement, seulement cinq individus d'un même stade de développement ont été prélevés sur l'Île Saint-Joseph. Ce chiffre descend même à trois pour l'Île Royale. Ainsi, les valeurs issues de la pesée menée dans le cadre du stage ne sont pas très significatives puisque les intervalles de confiance sont élevés. Une nouvelle pesée avec un échantillon plus large (avec par exemple 20 noix par stade de développement et par île, soit 20*3*2 = 120 noix) est nécessaire afin d'avoir des valeurs plus fiables sur lesquelles se baser pour l'exploitation.

En plus de la variabilité temporelle de la ressource, des biais de mesures peuvent fausser les estimations. La surface terrière G et le coefficient de forme F sont imprécis, que ce soit à cause de l'outil de mesure utilisé ou du nombre insuffisant de mesures effectuées. Ainsi, le volume de bois estimé reste approximatif. En ce qui concerne l'estimation de la ressource en palmes ou en noix, leur comptage est difficile voire impossible dans certains cas, et ce malgré l'utilisation de jumelles. Certaines approximations ont alors dû être réalisées et le comptage donne plus un ordre de grandeur qu'un recensement précis. Les données issues de la pesée de noix de coco sont elles aussi potentiellement biaisées puisque la durée recommandée concernant le stockage et le séchage des échantillons n'a pas pu être toujours respectée. Les taux d'humidité des échantillons et donc leurs poids ont sûrement été impactés par ce manque de rigueur logistique.

5.2.2. RESULTATS DES ENQUETES

L'analyse des résultats d'enquête permet de comparer les visions de personnes enquêtées sur différents sujets d'étude. Afin de ne pas biaiser les résultats, l'interprétation s'est basée sur des retranscriptions des enquêtes. Néanmoins, il est tout de même important de prendre du recul sur certains propos tenus par les personnes interrogées. Sachant que les informations obtenues sont subjectives, la robustesse de l'analyse repose sur le croisement de celles-ci. Plus l'échantillon de personnes interrogées est large, plus les informations peuvent être vérifiées. Ici, l'échantillonnage est plus restreint que celui prévu à la base, ce qui signifie qu'il faut prendre du recul par rapport à certaines conclusions.

5.2.3. PRECONISATIONS DE GESTION ET DE VALORISATION

Les recommandations de gestion et de valorisation des cocoteraies émises sont à nuancer. Bien qu'elles découlent des constats effectués lors de l'inventaire de la ressource et des enquêtes semi-directives, ces mesures restent des propositions assez théoriques. Elles n'ont pas la prétention d'être les meilleurs choix à suivre mais permettent de donner une idée des possibilités de gestion et de valorisation actuelles. Ces recommandations sont faites à un instant t mais sont amenées à s'adapter à l'évolution de la ressource en cocotiers des îles et à la vision des acteurs liés au projet.

En ce qui concerne les coupes d'éclaircies, les préconisations effectuées sont assez hypothétiques. Elles se basent sur la densité théorique de plantation de cocotiers alors qu'il s'agit ici d'un milieu sauvage. Par conséquent, cela entraîne une coupe sévère des cocotiers productifs : deux tiers des individus sont à éliminer. Une telle réduction doit être faite progressivement par plusieurs coupes successives dans l'optique de se rapprocher à terme des densités de plantation recommandées. Il est cependant important de noter qu'en comptant les cocotiers non productifs, les densités vont toujours rester largement supérieure à celles de plantations. Il n'est pas pertinent d'atteindre des densités de plantations conventionnelles pour ne pas prendre le risque de mettre en péril le patrimoine naturel des îles dont la préservation repose en grande partie sur l'opulence des cocoteraies.

La réflexion autour du transport de matière entre le continent et les îles est amorcée dans le mémoire mais n'est pas assez approfondie. L'idée proposée par Brionespace Vert de bénéficier du retour à vide des barges hebdomadaires approvisionnant les îles est intéressante. Cependant, une négociation et une bonne organisation est nécessaire afin qu'un accord soit trouvé entre les porteurs de projet et les propriétaires des barges. A ce stade, il n'est pas garanti que ces derniers acceptent. Cet aspect logistique est alors un enjeu majeur du projet afin que celui-ci devienne opérationnel.

6. CONCLUSION

Par le biais d'un inventaire de la ressource et d'enquêtes semi-directives, cette étude met en lumière le fort potentiel de la valorisation des cocoteraies des Îles du Salut.

La majeure partie de la ressource, que ce soit en bois, en palmes ou en noix, se trouve sur l'Île Saint-Joseph. La régénération des cocoteraies de cette île est également très forte, contrairement à l'Île Royale. Les zones les plus accessibles pour l'exploitation se situent également sur l'Île Saint-Joseph, même si elle est moins bien desservie que l'Île Royale. Sur les deux îles, une surdensité des cocoteraies est constatée : les densités en cocotiers productifs sont environ trois fois supérieures aux densités de plantation recommandées. Cette surdensité, combinée à l'impact des bio-agresseurs, engendre une baisse notable de la productivité. Des coupes d'éclaircies, une fertilisation organique ainsi qu'une gestion raisonnée des ravageurs sont donc à prévoir pour gagner en productivité.

L'analyse des données récoltées pendant l'inventaire et les enquêtes permet d'émettre des recommandations concernant l'entretien, l'aménagement, l'exploitation, le renouvellement et la valorisation durable et rentable des cocoteraies du site. Le mode de gestion proposé repose sur la mise à disposition de la ressource à titre gratuit par le Cnes aux différents porteurs de projet identifiés, qui sont au nombre de trois actuellement. Ces derniers comptent exploiter et valoriser aussi bien la noix que les déchets verts issus des cocotiers. Les zones d'exploitation se limitent dans un premier temps aux zones de cocoteraies identifiées comme les plus accessibles, en laissant les autres en libre évolution. Les voies de valorisation actuellement identifiées sont de trois types : alimentaire avec la fabrication d'eau, de lait, d'huile et de sorbet à la coco ; agronomique avec la production de broyat de déchets vert et agrotouristique avec la mise en place d'un sentier de découverte des cocoteraies sur l'Île Royale. La contrepartie de cette mise à disposition de la ressource est le nettoyage des parcelles exploitées et un reversement d'une partie des bénéfices générées par les porteurs de projet à Agamis. Ce modèle de gestion permet ainsi d'allier les enjeux environnementaux, économiques et sociaux dans la mise en valeur des cocoteraies des Îles du Salut.

Après réflexion, la mise en place d'une unité de transformation in-situ ne semble pas envisageable dans un premier temps pour des raisons réglementaires, techniques et économiques. En accord avec la volonté des porteurs de projet, le lancement de la transformation s'effectuera donc sur le continent, à l'exception du broyage des déchets verts qui se fera sur place. A terme, l'objectif est de diminuer cette exportation de matière vers le continent en relocalisant la majorité de l'activité de transformation sur les îles afin d'appliquer les principes de l'économie circulaire.

De nombreuses perspectives découlent de ce projet et certains axes de travail restent à creuser pour le faire avancer. Les premiers sujets à traiter portent sur la mise en place de diverses conventions : le contrat de prêt à usage pour sécuriser le modèle de gestion de la ressource et l'accord de principe pour garantir l'acheminement de celle-ci. La réflexion sur la mise en place d'une unité de transformation in-situ reste à approfondir pour envisager son installation future. Pour finir, les diverses recommandations de gestion proposées sont à discuter avec le Cnes et Agamis pour sélectionner celles qui sont à réaliser en priorité.

Cette étude a pour but de donner une vision d'ensemble sur le potentiel de valorisation de la ressource des îles. Faute de moyens et de temps, celle-ci n'a pas permis de fournir un état des lieux exhaustif de la ressource et des enjeux de sa valorisation. Il serait ainsi intéressant de reprendre la méthodologie de cette étude avec un échantillonnage plus important ainsi qu'une durée d'observation plus longue afin d'améliorer et d'approfondir

les premiers résultats obtenus. Néanmoins, un inventaire très précis n'est pas l'objectif premier à l'heure actuelle. Maintenant qu'il existe des premières estimations du potentiel productif de la ressource, il faut se concentrer sur l'analyse économique du projet. L'objectif est de réaliser une étude de marché voire une étude de filière pour pouvoir éventuellement produire un business plan à termes. Pour réaliser une étude de marché, les étapes suivantes sont à suivre (Barb I., 2018[16]) :

- L'analyse du macro-environnement (environnement politique, économique, social, technologique et légal) avec le modèle Pestel et du micro-environnement (ensemble des acteurs en lien avec la structure) avec le modèle des cinq forces de Porter ;
- L'analyse concurrentielle afin d'avoir une idée de la concurrence directe et indirecte existante ;
- L'étude consommateurs à travers la réalisation d'entretiens individuels ou de « focus groups » afin de connaître les attentes et les besoins des futurs clients ;
- L'analyse stratégique en s'intéressant à la segmentation de la clientèle afin de mettre en œuvre un marketing opérationnel, aussi appelé « mix marketing », selon quatre axes : produit, prix, distribution et communication.

En parallèle de l'analyse économique, il est également primordial d'approfondir une réflexion plus opérationnelle en établissant la budgétisation du projet et le calendrier des travaux. Pour la partie budgétisation, il s'agit d'émettre des prévisions concernant les différentes dépenses et coûts d'investissements liés à la gestion et l'entretien des espaces verts en tenant compte des économies engendrées par le nouveau modèle économique. Le calendrier des travaux, quant à lui, est composé d'une planification des mesures de gestion à réaliser sur une année ainsi que d'un programme de coupes des cocoteraies pour les 20 prochaines années.

[16] Informations issues d'un cours sur l'étude de marché présenté à l'ISTOM (école supérieure d'agro-développement international) en 2018 par Mme Barb Isabelle.

8. REFERENCES

A+A désinfection SA. 2023. *Mort au rat : un poison pour lutter contre les rats*. Disponible sur : https://www.aa-desinfection.ch/deratiseurs/rat/mort-au-rat/#:~:text=La%20mort%20au%20rat%20est,sont%20principalement%20compos%C3%A9s%20d'anticoagulants (Consulté le 10 août 2023).

ADEME. 2015. *Fiche technique : Le compostage*. 20 p. Disponible sur : https://librairie.ademe.fr/dechets-economie-circulaire/2651-compostage-le-fiche-technique.html (Consulté le 15 août 2023).

Arbonnier M. 1990. *Etude d'une savane graminéenne et forestière en vue de son aménagement, à partir du cas de Koumpentoum (Sénégal)* (Thèse, biologie forestière et végétale). Nancy, France : Faculté des Sciences de l'Université de Nancy I, 105 p. Disponible sur : https://hal.univ-lorraine.fr/tel-01747420/document (Consulté le 20 juillet 2023).

Asaël S. 2015. *La surface terrière : une mesure très terre à terre*. Disponible sur : https://www.zimmersa.com/blog-forestier/la-surface-terriere-une-mesure-tres-terre-a-terre-n134 (Consulté le 3 juillet 2023).

Assemblée Nationale. 2008. *Article R4323-63 - Code du travail - Légifrance*. Disponible sur : https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000018531385 (Consulté le 31 août 2023).

Assogba S.C.G., Nago S.G.A. et Issaka N. 2019. Stratégies paysannes de lutte contre les attaques des singes sur les cultures à Kandi en périphérie du Parc National du W. *Annales des sciences agronomiques*, 23 (2). Disponible sur : https://www.researchgate.net/publication/337415916_Strategies_paysannes_de_lutte_contre_les_attaques_des_singes_sur_les_cultures_a_Kandi_en_peripherie_du_Parc_National_du_W (Consulté le 10 juillet 2023).

Aubry A. 2019. Brésil : à la découverte de l'eau de coco, nouvel ingrédient star de Clarins. *Le Parisien Week-End*. 18/01/2019. Disponible sur : https://www.leparisien.fr/societe/bresil-a-la-decouverte-de-l-eau-de-coco-nouvel-ingredient-star-de-clarins-18-01-2019-7990143.php (Consulté le 14 août 2023).

Bauffe C., Fourbisseur A. et Manderlier M. 2019. *La notion d'éclaircie*. Société Royale Forestière de Belgique. Disponible sur : https://www.srfb.be/wp-content/uploads/2019/07/19_La_notion_d%C3%A9claircie.pdf. (Consulté le 15 août 2023).

Bellefontaine R., Gaston A., Petrucci Y. 1997. *Aménagement des forêts naturelles des zones tropicales*. FAO, 337 p. (Cahier FAO conservation, 32). Disponible sur : https://agritrop.cirad.fr/313734/ (Consulté le 25 juillet 2023).

Bordin A., de Pracontal N., Pineau K. 2015. *Iles du Salut et banc de Lamotte-Picquet*. INPN, SPN-MNHN Paris, 18p. Disponible sur : https://inpn.mnhn.fr/zone/znieffMer/03M000011.pdf (Consulté le 15 février 2023).

Bouju T. 2018. Îles du Salut. L'envers du décor. *Latitude 5*, n°118 (p.18-27). 07/2018. Disponible sur : https://www.calameo.com/centre-spatial-guyanais/books/001500395716e535402ae (Consulté le 20 mai 2023).

Calmant T. 2015. *Etude de faisabilité pour la mise en place d'une ligne de production d'huile de coco sur Isla Damas, Costa Rica* (Mémoire d'ingénieur, agro-développement à l'international). Cergy, France : ISTOM, 60 p.

Care C. 2021. *Etude de la mise en place de processus de fabrication des huiles alimentaires à partie de fruits d'awara et de cocos à l'échelle semi-industrielle dans l'ouest guyanais* (Mémoire d'ingénieur, agro-développement à l'international). Angers, France : ISTOM, 32 p.

Chadebech L. 2017. *Le potentiel de développement local des filières eau et lait de coco en Polynésie française* (Mémoire d'ingénieur, innovations dans les systèmes agricoles et agroalimentaires du monde). Montpellier, France : Montpellier SupAgro, 81 p. Disponible sur : https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03792070/document (Consulté le 11 août 2023).

Chambres d'agriculture. 2021. *Les avantages de l'agroforesterie : pourquoi se lancer ?* Disponible sur : https://chambres-agriculture.fr/actualites/toutes-les-actualites/detail-de-lactualite/actualites/les-avantages-de-lagroforesterie-pourquoi-se-lancer/ (Consulté le 02 septembre 2023).

Chatel B., Gayi S., Zhang Y., Boglio D., Milicevic B. 2016. *Noix de coco* : *Un profil de produit de base par INFOCOMM*. CNUCED, 12p. Disponible sur : https://unctad.org/system/files/official-document/INFOCOMM_cp03_Coconut_fr.pdf (Consulté le 09 janvier 2023).

Chikkasubanna V., Jayaprasad K.V., Subbaiah T., Poonacha N.M. 1990. Effect of the maturity on the chemical composition of tender coconut (Cocos nucifera L. var. Arsikere Tall) water. *Indian coconut journal*, 20 (12) : p 10-13.

Cirad. 2002. *Le memento de l'agronome*. Montpellier : Cirad-GRET, 1698 p.

Cirad. 2008. *Caribfruits - Fiche ma126*. Disponible sur : http://caribfruits.cirad.fr/fwi/fiche?nfich=193&nomacc=ma126 (Consulté le 30 juin 2023).

Cirad. 2022. *Plantes et usages*. Disponible sur : https://www.cirad.fr/nos-activites-notreimpact/filieres-agricoles-tropicales/cocotier/plantes-et-usages (Consulté le 13 janvier 2023).

Cnes. 2019. *Les Îles du Salut*. Disponible sur : https://centrespatialguyanais.Cnes.fr/fr/iles-du-salut (Consulté le 15 février 2023).

Cochet C. 2017. *Etudes des voies de valorisation des fruits de palmiers de l'ouest guyanais* (Mémoire d'ingénieur, agro-développement à l'international). Cergy, France : ISTOM, 60 p.

Commission du Pacifique Sud. 1979. *Dégâts causés par les rats aux cultures*. Fiche technique 11. Edition revue 1984.

Conservation Nature. 2023. *La famille des Zingiberaceae (Zinziberacées)*. Disponible sur : https://www.conservation-nature.fr/plantes/zingiberaceae/ (Consulté le 03 septembre 2023).

Conservatoire du Littoral. 2013. *Balade du sentier de Montabo Pratique*. Disponible sur : https://www.conservatoire-du-littoral.fr/include/viewFile.php?idtf=2298&path=60%2F2298_708_Balade-du-sentier-de-Montabo.pdf (Consulté le 25 septembre 2023).

ConsoGlobe. 2020. *L'engouement pour la noix de coco, un danger pour l'environnement*. Disponible sur : https://www.consoglobe.com/production-noix-de-coco-environnement-cg (Consulté le 14 janvier 2023).

Coordination Libre Evolution. 2023. *Qu'est-ce que la Libre Evolution de la nature ?* Disponible sur : https://www.coordination-libre-evolution.fr/la-libre-evolution/#:~:text=Un%20territoire%20en%20libre%20%C3%A9volution,paysage%20et%20de%20successions%20(une (Consulté le 17 août 2023).

De Nuce de Lamothe M. et Wuidart W. 1982. L'observation des caractéristiques de développement végétatif, de floraison et de production chez le cocotier. *Oléagineux*, 37 (6). Disponible sur : https://agritrop.cirad.fr/453683/1/ID453683.pdf (Consulté le 29 mai 2023).

De Taffin G. 1993. *Le cocotier*. Paris : Maisonneuve et Larose, 166 p. (Le technicien d'agriculture tropicale, 25).

De Taffin G. et Rognon F. 1991. Le diagnostic foliaire du cocotier. *Oléagineux*, 46 (4). Disponible sur : https://agritrop.cirad.fr/427861/1/ID427861.pdf (Consulté le 01 juin 2023).

Desjardins Inspirations. 2021. *Le compostage*. Disponible sur : https://www.desjardins-inspirations.fr/le-compostage/ (Consulté le 12 août 2023).

Diep T. M. H. 1994. *Influence des contraintes édaphiques sur la nutrition minérale, le développement et la production du cocotier (Cocos nucifera L.) dans des sols sulfatés acides salés ou non salés du Delta du Mékong : effet améliorant d'un apport de phosphate naturel* (Thèse, sciences et techniques de l'environnement). Paris : Université Paris Val de Marne, 481 p. Disponible sur : https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers15-06/41456.pdf (Consulté le 10 mai 2023).

Diop N. 2005. *Caractérisation physico-chimique de l'eau de noix de coco immature (Cocos nucifera L.) et essais de stabilisation par techniques membranaires* (Thèse, génie agroalimentaire méditerranéen et tropical). Montpellier : Ecole National des Industries Agroalimentaires Section Régions Chaudes, 142 p. Disponible sur : https://agritrop.cirad.fr/543109/1/document_543109.pdf (Consulté le 07 juillet 2023).

Dollet. 1989. *Compte rendu de mission Guyane - Vénézuela - Colombie du 12 au 30 avril 1989*. Étude des maladies à Trypanosomes des Cocotiers et Palmiers à huile. Document n°2193. IRHO / Cirad.

Doumerc V. 2023. *Les Îles du Salut*. Geoimage, Cnes. Disponible sur : https://geoimage.Cnes.fr/fr/geoimage/les-iles-du-salut (Consulté le 23 mai 2023).

Douthe M-L. 2007. *Influence de la variété et du stade de maturité des noix de coco (Cocos nucifera L.) sur le mode de récolte et la qualité de l'eau de coco* (Thèse, transformation des produits tropicaux à vocation alimentaire). Montpellier : Ecole Nationale Supérieur des Industries Agroalimentaires Section Régions Chaudes, 75 p. Disponible sur : https://agritrop.cirad.fr/543109/1/document_543109.pdf (Consulté le 03 mai 2023).

Dreyfus P. 2023. *Dendrométrie et inventaire forestier*. AgroParisTech ENGREF Montpelllier. Gestion Environnementale des Ecosystèmes et Forêts Tropicales. 105 p.

Drom-COM. 2017. *Présentation de la Guyane Française* | Drom-COM. Disponible sur : https://www.drom-com.fr/categories/presentation-generale-11314/articles/presentation-de-laguyane-francaise-1.htm (Consulté le 11 janvier 2023).

E-Santé. 2018. *Huile de coprah ou huile de coco : la différence*. Disponible sur : https://www.e-sante.fr/huile-de-coprah-ou-huile-de-coco-la-difference/actualite/615582 (Consulté le 9 mai 2023).

Etablissement Public Foncier de Bretagne. 2015. *Les zones dans les documents d'urbanisme*. Code de l'Urbanisme (CU). Les outils de maîtrise de l'aménagement. Disponible sur : https://epfbretagne.fr/img_ftp/315_EPFB-Fiches-BAO-AM01.pdf (Consulté le 23 mai 2023).

Euphrasie E. 2016. *L'huile de coco* (Mémoire, cosmétologie). Saguenay, Québec : Université du Québec à Chicoutimi. 31 p.

FAOSTAT. 2018. http://www.fao.org/faostat/en/#data

Filo Gèn'. 2017. *Français : Cocos nucifera*. Disponible sur : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Inflorescence%28Cocotier%29.jpg (Consulté le 20 avril 2023).

Fremond Y., Ziller R., De Nuce de Lamothe M. 1966. *Le cocotier*. Les cahiers d'Outre-Mer, 8 (78). Disponible sur : https://www.persee.fr/issue/caoum_0373-5834_1967_num_20_78?sectionId=caoum_0373-5834_1967_num_20_78_4356_t1_0203_0000_1 (Consulté le 12 mai 2023).

Gandet C. et Bourdeix R. 2020. *Synthèse de l'atelier régional PROTEGE : filière cocotier - Pirae, Polynésie française, 4-8 novembre 2019*. Communauté du Pacifique, Nouméa (Nouvelle-Calédonie). Disponible sur : https://protege.spc.int/sites/default/files/documents/20_05_Rapport_Fili%C3%A8re%20Cocotier_A4_BD_OK_0.pdf (Consulté le 24/04/2023).

Gaubert O. 2010. *Siparuna guianensis Aubl*. Disponible sur : Siparuna guianensis Aubl. | Flore de Guyane (piwigo.com) (Consulté le 08/09/2023).

Gerbaud P. 2011. *La culture de la noix de coco*. FruiTrop online (193). Disponible sur : https://www.fruitrop.com/Articles-par-theme/Agronomie/2011/La-culture-de-la-noix-de-coco (Consulté le 13 janvier 2023).

Gerbaud P. 2011. *Marché mondial de la noix de coco*. FruiTrop online (193). Disponible sur : https://www.fruitrop.com/Articles-par-theme/Analyses-economiques/2011/Marche-mondial-de-la-noix-de-coco (Consulté le 13 janvier 2023).

Göhl B. 1982. Les aliments du bétail sous les tropiques (données sommaires et valeurs nutritives). Production et santé animales (12). Disponible sur : https://www.persee.fr/docAsPDF/bavf_0001-4192_1983_num_136_1_8051.pdf (Consulté le 25 mai 2023).

Goldstein S. 2023. *Le contrat de prêt à usage ou commodat*. Disponible sur : https://www.legalplace.fr/guides/contrat-pret-usage-commodat/ (Consulté le 25 septembre 2023).

Grenand P., Moretti C., Jacquemin H., Prévost M.-F. 2004. *Pharmacopées traditionnelles en Guyane : Créoles, Wayãpi, Palikur*. IRD Editions, 816 p. Disponible sur : https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers11-05/010034335.pdf (Consulté le 3 septembre 2023).

Guinchard J.-C. 2017. *Quel contrat choisir pour louer ou mettre à disposition du foncier ?* Guide du foncier agricole - Choisir un contrat. Disponible sur : https://po.chambre-

agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Occitanie/073_Inst-Pyrenees-Orientales/FICHIERS/TERRITOIRES/GESTION_FONCIER/Fiche_7_CONTRAT.pdf (Consulté le 25 septembre 2023).

Gunn B.F. 2004. The Phylogeny of the Cocoeae (Arecaceae) with Emphasis on Cocos nucifera. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 91(3), p. 505-522.

Harries H.C. 1990. *Malesian origin for a domestic Cocos nucifera*. Dans: *The Plant Diversity of Malesia*. Dordrecht: Springer Netherlands, p. 351-357.DOI: 10.1007/978-94-009-2107-8_29

Hébert A., Pons N., Tailliez B., Amblard P., Bourdeix R., Boutin D., Dollet M., De Franqueville H., Hornus P., Labouisse J-P., Noël J-M., Ollivier J., Ollivier L., Prades A., Rouzière A. 2007. *Cocotier et palmier à huile : arbre de vie, culture d'avenir*. Cirad, 23 p. Disponible sur : https://agritrop.cirad.fr/537067/1/ID537067.pdf (Consulté le 20 avril 2023).

Heuzé V. et Tran G. 2016. *Coproduit d'huilerie de coco : Tourteau de coprah*. Association Française de Zootechnie, 10 p. Disponible sur : https://lescoproduits.fr/wp-content/uploads/2023/02/Tourteau-de-coprah_2016.pdf (Consulté le 23 août 2023).

Hubert A. 2022. *Avis de stage à l'Office français de la biodiversité à compter de janvier-mars 2023 : Valorisation agronomique et agrotouristiques des cocoteraies des Îles du Salut*. Cayenne, Guyane Française : *OFB*, 3 p.

IGN. 2020. *Centre Spatial Guyanais : Îles du Salut* [1 :25 000]. Guyane : IGN. 115 mm x 250 mm.

Interfat. 2023. *Huile de coprah hydrogénée : Les huiles végétales*. Disponible sur : https://www.interfat.com/fr/huile-de-coprah-hydrogenee-p-4-fr (Consulté le 9 mai 2023).

Jayalekshmy A., Arumughan C., Narayanan C., Mathew A.G. 1986. Changes in the chemical composition of coconut water during the maturation. *Journal of Food Science and Technology*, 23 (4). Disponible sur : https://eurekamag.com/research/001/543/001543695.php (Consulté le 05 août 2023).

José Muzlera A.S. 2022. *Extractivismo*. Disponible sur : https://www.teseopress.com/diccionarioagro/chapter/extractivismo/ (Consulté le 4 mai 2023).

Labouisse J-P. 2004. Systèmes agraires et économie du cocotier au Vanuatu : historique et perspectives. *Journal de la Société des Océanistes,* 118. Disponible sur : http://journals.openedition.org/jso/69 (Consulté le 26 avril 2023)

Larmarange J. 2008. *Intervalle de confiance bilatéral d'une proportion*. Disponible sur : https://joseph.larmarange.net/Intervalle-de-confiance-bilateral#:~:text=Le%20plus%20souvent%2C%20les%20intervalles,z%3D%201%2C95996398454%20%E2%89%88%201%2C960 (Consulté le 21 septembre 2023).

Le Guen M.E. 2019. *Fiche « Paillage (Mulch) » - Savoirs de paysans*. Groupe de Travail Désertification, 4 p. Disponible sur : https://www.gtdesertification.org/Publications/Ameliorer-les-sols-avec-le-paillage-mulch (Consulté le 05 septembre 2023).

Le Robert. 2023. *Pupe*. Disponible sur : https://dictionnaire.lerobert.com/definition/pupe (Consulté le 26 septembre 2023).

Lechevegetal. 2017. *Comment conserver les laits végétaux faits maison, concepts de base*. Disponible sur : https://www.veganmilker.com/fr/comment-conserver-les-laits-vegetaux-faits-maison-concepts-de-base/ (Consulté le 21 août 2023).

Lekadou T., Goran A., Louis K., Allou K., Zakra N., et Assa A. 2008. Décomposition des tourteaux de coprah et de palmiste et effets sur la croissance des cocotiers (Cocos nucifera L.) en pépinière et la nutrition minérale des cocotiers adultes en Côte-d'Ivoire. *Sciences et Nature*, 5. Disponible sur : 10.4314/scinat.v5i2.42161 https://www.researchgate.net/publication/266501832_Decomposition_des_tourteaux_de_coprah_et_de_palmiste_et_effets_sur_la_croissance_des_cocotiers_Cocos_nucifera_L._en_pepiniere_et_la_nutrition_minerale_des_cocotiers_adultes_en_Cote-d'Ivoire (Consulté le 23 septembre 2023)

Linde. 2023. *Barbotage alimentaire*. Disponible sur : https://www.linde-gas.fr/fr/processes/inerting_purging_and_blanketing/sparging/sparging_of_food/index.html (Consulté le 22 août 2023).

Livelihoods. 2018. *Qui a produit votre noix de coco ?* Disponible sur : https://livelihoods.eu/fr/qui-produit-votre-noix-de-coco/ (Consulté le 3 septembre 2023).

Louise C., Dollet M., Mariau D. 1986. Recherches sur le Hartrot du cocotier, maladie à Phytomonas (Trypanosomatidae} et sur son vecteur Lincus sp. (Pentatomidae) en Guyane. *Oléagineux*, 41 (10). Disponible sur : https://agritrop.cirad.fr/399768/1/ID399768.pdf (Consulté le 04 mai 2023).

Ma planète zéro déchet. 2020. *Huile de coco et de coprah : quelles différences ?* Disponible sur : https://maplanetezerodechet.com/huile-de-coco-et-de-coprah/ (Consulté le 9 mai 2023).

Mairie de Cayenne. 2023. *Les Îles du Salut*. Disponible sur : http://www.ville-cayenne.fr/les-iles-dusalut/(Consulté le 12 janvier 2023).

Manciot R., Ollagnier M., Ochs R. 1979. Nutrition minérale et fertilisation du cocotier dans le monde. *Oléagineux*, 34 (11). Disponible sur : https://agritrop.cirad.fr/439564/1/document_439564.pdf (Consulté de 20 avril 2023)

Marcicano M.-D.L., Lima I.M.M., Tavares M.T., et Casagrande M.M. 2007. Parasitism of Brassolis sophorae laurentii Stichel (Lepidoptera: Nymphalidae, Brassolinae) Pupae by Conura morleyi (Ashmead) (Hymenoptera: Chalcididae, Chalcidini), in the State of Alagoas, Brazil. *Neotropical Entomology*, 36. Disponible sur : https://www.scielo.br/j/ne/a/N9yjq4fpmyQVVSddmRxx6JL/?lang=en (Consulté le 26 septembre 2023).

Marty G., Le Guen V., et Fournial T. 1986. Effets des dépressions cycloniques sur les plantations de cocotiers au Vanuatu. *Oléagineux*, 41 (2), p 63-69. Disponible sur : https://agritrop.cirad.fr/399734/ (Consulté le 27 avril 2023).

Mauro S. 2023. *Quelle différence entre sorbetière et turbine à glace ? Le guide Iceshop*. Disponible sur : https://www.iceshop.fr/guide/quelle-difference-entre-sorbetiere-et-turbine-a-glace/#:~:text=Une%20sorbeti%C3%A8re%20classique%2C%20%C3%A9galement%20appel%C3%A9e,basses%20que%20%2D35%C2%B0C (Consulté le 25 août 2023).

Météo France. 2023. *Le cycle des saisons en Guyane*. Disponible sur : https://meteofrance.gf/fr/climat/cycle-saisons (Consulté le 14 février 2023).

Meteoblue. 2023. *Simulation de données climatiques et météorologique historiques pour Îles du Salut*. Disponible sur : https://www.meteoblue.com/fr/meteo/historyclimate/climatemodelled/%C3%8Eles-du-salut_guyane-fran%C3%A7aise_3380359 (Consulté de 04 mai 2023).

Ministère de l'agriculture, de l'élevage et des forêts de Polynésie française. 2019. *Fiche technique : Le cocotier – Cocos nucifera L.* Disponible sur : https://www.service-public.pf/dag/wp-content/uploads/sites/28/2019/01/cocotier-ft-culture_sdr_vf-090626.pdf (Consulté le 31 août 2023).

Ministère du Logement, de l'Egalité des territoires et de la Ruralité. 2015. *Décret n° 2015-1783 du 28 décembre 2015 relatif à la partie réglementaire du livre Ier du code de l'urbanisme et à la modernisation du contenu du plan local d'urbanisme.* Disponible sur : https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000031704629 (Consulté le 31 août 2023).

MordorIntelligence. 2023. *Taille, part et croissance du marché des produits à base de noix de coco (2022-27).* Disponible sur : https://www.mordorintelligence.com/fr/industry-reports/coconut-products-market (Consulté le 9 mai 2023).

Muséum National d'Histoire Naturelle. 2023. *L'inventaire Znieff.* Disponible sur : https://inpn.mnhn.fr/programme/inventaire-znieff/presentation (Consulté le 1er octobre 2023).

Ndiritu J.M. 2023. *Mangue : Rendement, récolte et traitement post-récolte.* Disponible sur : https://wikifarmer.com/fr/mangue-rendement-recolte-et-traitement-post-recolte/ (Consulté le 30 juin 2023).

Nomades D.C. 2023. *Îles du Salut : Climat, Température, Quand partir, Météo….* Disponible sur : https://www.ou-et-quand.net/partir/quand/amerique-du-sud/guyane-francaise/iles-du-salut/ (Consulté le 14 février 2023).

Office National des Forêts. 2018. *Conservation de la biodiversité dans la gestion courante des forêts publiques.* N°INS-18-T-97. Disponible sur : https://www.onf.fr/outils/articles/7fb5dddd-1e51-4699-8d03-dbf6dfe819d6/++versions++/7/++paras++/3/++ass++/11/++i18n++data:fr?_=1548958103.553455&download=1 (Consulté le 05 août 2023).

Olivier de Sardan J-P. 2008. La rigueur du qualitatif : Les contraintes empiriques de l'interprétation socio-anthropologique. *Bulletin Amades,* 79. Disponible sur : https://journals.openedition.org/amades/1080#quotation (Consulté le 20 août 2023).

Ouvrier M. 1984. Étude de la croissance et du développement du cocotier hybride PB-121 (NJM x GOA) au jeune âge. *Oléagineux*, 39 (2). Disponible sur : https://agritrop.cirad.fr/453810/1/ID453810.pdf (Consulté le 03 mai 2023).

Pilai N.G., Sukumaran C.K, Pandalai K.M. 1959. *Study in the changes of chemical composition during different stages in the developing coconut*. India : Ernakulam, 132 p.

Prades, A., Dornier, M., Diop, N. et Pain, J.P. 2012. Conservation et transformation de l'eau de noix de coco : une synthèse. *Fruits*, 67 (3). Disponible sur : https://revues.cirad.fr/index.php/fruits/article/view/36177 (Consulté le 12 mai 2023).

Prat R. 2019. *Les fruits. Noix de coco : une drupe de très grande taille*. Biologie et Multimédia - UFR des Sciences de la Vie - Sorbonne Université. Disponible sur : https://www.snv.jussieu.fr/bmedia/Fruits/noixCoco.htm (Consulté le 25/04/2023).

République Française. 2009. *Article 1875 - Code civil - Légifrance*. Disponible sur : https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000020616173 (Consulté le 25 septembre 2023).

Saintilan M. 2023. *Date de péremption huile : peut-on consommer de l'huile périmée ?* L'Internaute. Disponible sur : https://www.linternaute.fr/bricolage/guide-maison-et-jardin/2635097-date-de-peremption-huile-peut-on-consommer-de-l-huile-perimee/ (Consulté le 22 août 2023).

Statcalculators.com. 2023. T Distribution Table. Disponible sur : T Distribution Table - StatCalculators.com (Consulté le 09/09/2023).

Tatie Maryse. 2021. *Recette du sorbet coco antillais selon Tatie Maryse*. Disponible sur : https://www.tatiemaryse.com/sorbet-coco/ (Consulté le 25 août 2023).

Tetra Pack. 2023. *Manuel de la noix de coco*. Disponible sur : https://coconuthandbook.tetrapak.com/chapter/long-life-coconut-liquid-products (Consulté le 21 août 2023).

Triple performance. 2023. *Compostage à la ferme*. Disponible sur : https://wiki.tripleperformance.fr/wiki/Compostage_%C3%A0_la_ferme (Consulté le 12 août 2023).

Zahnd A. 2018. *Etude d'impact de la certification de l'huile vierge de coco : le cas du développement d'un centre de transformation de Savannah Fruits Company au Ghana* (Mémoire d'ingénieur, agro-développement à l'international). Angers, France : ISTOM, 32 p.

9. TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Répartition des coûts d'entretien des espaces verts des Îles du Salut (Leroy P., 2023a)....17
Tableau 2 : Répartition des saisons en Guyane (Météo France, 2023) 18
Tableau 3 : Résumé de l'état des cocoteraies des Îles du Salut (Reinette Y., 2019)....22
Tableau 4 : Tableau du nombre d'unités d'échantillonnage à réaliser en fonction de l'erreur relative d'échantillonnage et du coefficient de variation de la variable étudiée (Dreyfus P., 2023) 24
Tableau 5 : Tableau de la répartition du nombre de placettes par îles....25
Tableau 6 : Densités des cocoteraies des Îles du Salut estimées par Nexus (Reinette Y., 2019) 26
Tableau 7 : Tableau du calcul du taux de sondage des îles 26
Tableau 8 : Tableau des conditions des différentes zones d'accessibilité 28
Tableau 9 : Tableau du recensement des cocotiers de l'Île Royale et St-Joseph....39
Tableau 10 : Tableau de la superficie des zones d'accessibilité des cocoteraies 41
Tableau 11 : Tableau des volumes de stipe des îles 42
Tableau 12 : Tableau du recensement de la ressource en palmes à un instant t....42
Tableau 13 : Tableau du recensement du nombre de palmes émises par an....43
Tableau 14 : Tableau de l'estimation du nombre de noix matures et immatures par hectare et par cocotier en fonction des saisons sur l'Île Royale et Saint-Joseph....44
Tableau 15 : Tableau de la pesée des échantillons de noix 46
Tableau 16 : Tableau de la répartition en classes de taille des individus recensés sur l'Île Royale et Saint-Joseph....48
Tableau 17 : Tableau des valeurs seuils en éléments organiques et minéraux pour le cocotier (Manciot R. et al, 1979) 65
Tableau 18 : Tableau récapitulatif des processus de fabrication des produits alimentaires à base de coco envisagés 59
Tableau 19 : Matrice SWOT du projet de valorisation des cocoteraies des Îles du Salut ..81
Tableau 20 : Caractéristiques des traitement thermiques pour le lait de coco (Tetra Pack, 2023) 170

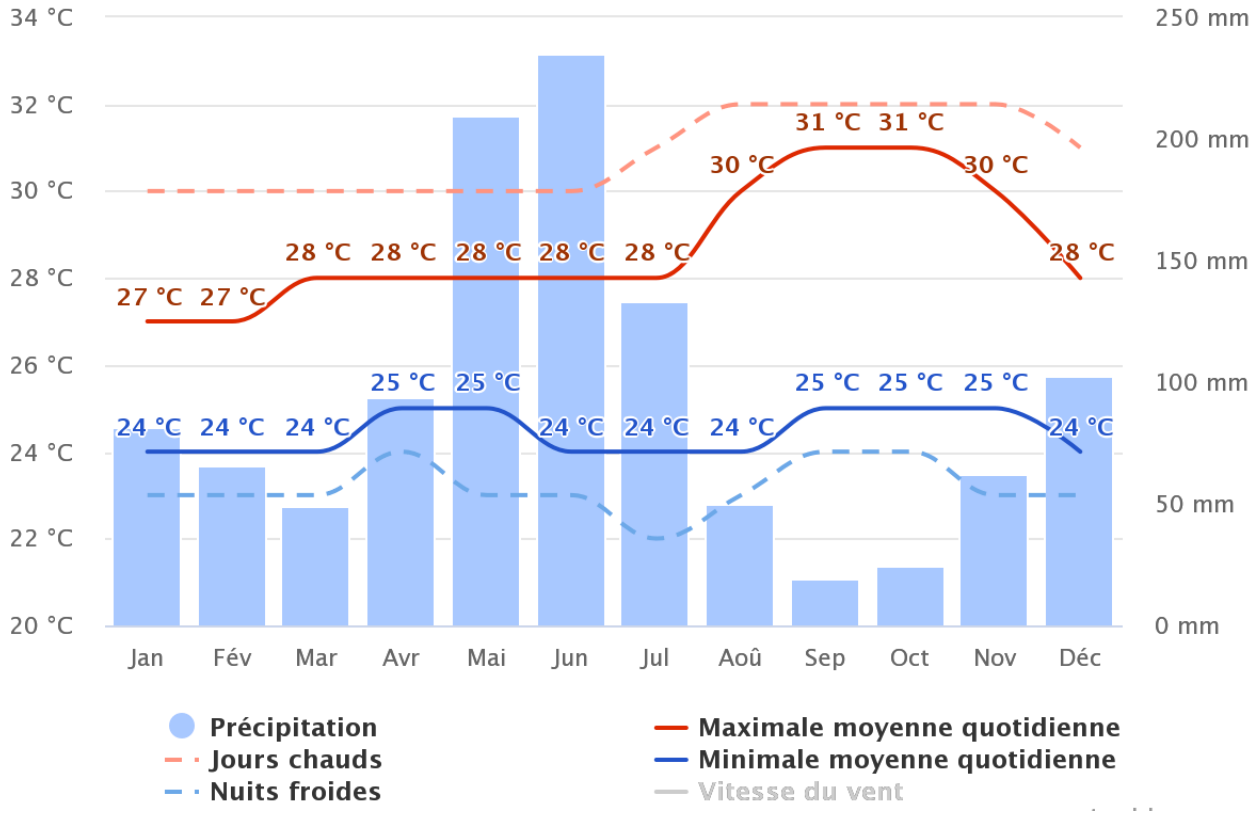
10. TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Carte des Îles du Salut (IGN, 2020 ; Google Map, 2023) 13
Figure 2 : Carte des zones d'entretien des espaces vert sur l'Île Royale (Cnes, 2023)..... 16
Figure 3 : Cartes des zones réelles de cocoteraies 38
Figure 4 : Carte des zones d'accessibilité des cocoteraies de l'Île Royale..... 40
Figure 5 : Carte des zones d'accessibilité des cocoteraies de l'Île Saint-Joseph 41
Figure 6 : Graphique de la répartition des cocotiers en classes de taille en fonction des îles 49
Figure 7 : Graphiques de la répartition des classes de cocotiers sur l'Île Royale et Saint-Joseph..... 49
Figure 8 : Schéma de la technique de récolte de noix de coco au sol..... 70
Figure 9 : Technique de récolte de noix de coco dans l'exploitation de Lagoa Funda au Brésil (Aubry A., 2019) 71
Figure 10 : Schéma des méthodes d'éclaircie (Colombet M. *et al.*, 1997)..... 73
Figure 11 : Schématisation des coupes d'éclaircie pour les cocotiers productifs..... 74
Figure 12 : Schéma d'un exemple de système agroforestier à base de cocotiers (Livelihood, 2018)..... 76
Figure 13 : Forme des andains pour un compostage à ciel ouvert (ADEME, 2015)..... 139
Figure 14 : Constitution d'un andain en « lasagnes » (Desjardins Inspirations, 2021) 139
Figure 15 : Schéma du principe de fonctionnement du paillage (Le Guen M.E., 2019).. 139
Figure 16 : Diagramme de fabrication de l'eau de coco (Chadebech L., 2017)..... 169
Figure 17 : Diagramme de fabrication du lait de coco (Chadebech L., 2017) 170
Figure 18 : Diagramme de fabrication de l'huile de coco par fermentation (Zahnd A., 2018) 172

11. ANNEXES

ANNEXE 1 : DIAGRAMME OMBRO-THERMIQUE DES ÎLES DU SALUT

Source : Meteoblue, 2023



ANNEXE 2 : CARTE DE LA TOPOGRAPHIE DES ÎLES DU SALUT

Carte de la topographie des Îles du Salut

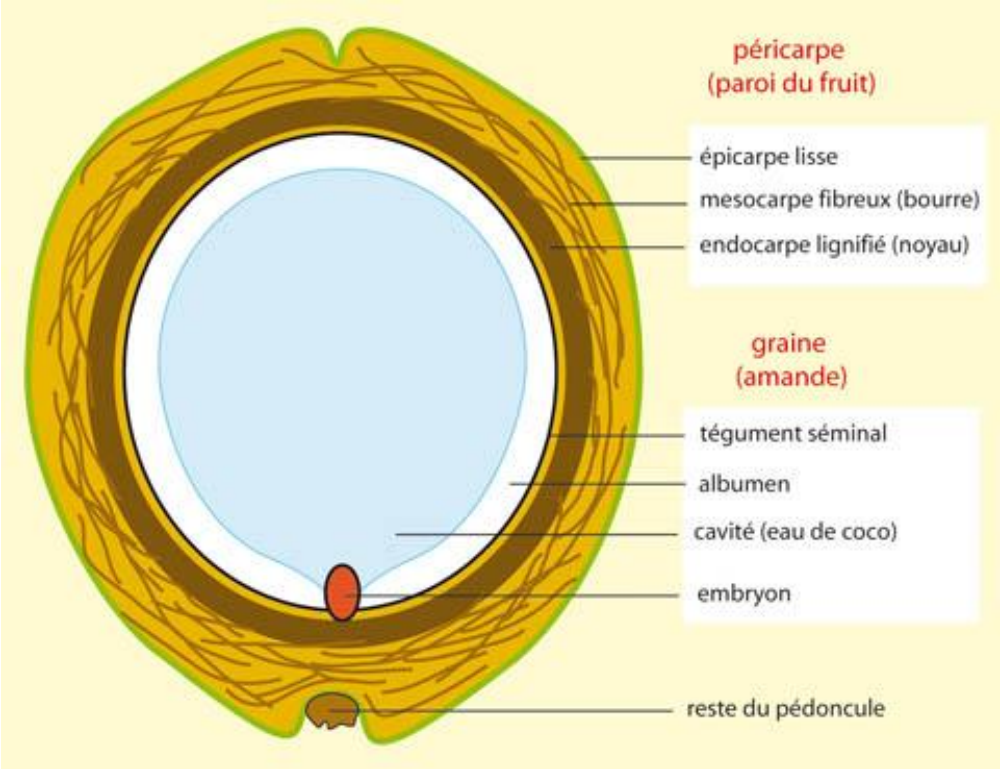
Légende

Courbes de niveau

Auteur : VALADE Laurine, juillet 2023

ANNEXE 3 : SCHEMA ANATOMIQUE D'UNE COUPE TRANSVERSALE DE NOIX DE COCO

Source : Prat R., 2019



ANNEXE 4 : CARTE DES ZONES DE PRESENCE DES COCOTERAIES SUR L'ÎLE ROYALE ET L'ÎLE SAINT-JOSEPH DETERMINEES PAR PHOTO-INTERPRETATION

Carte des zones de présence des cocoteraies sur l'île Royale et l'île Saint-Joseph

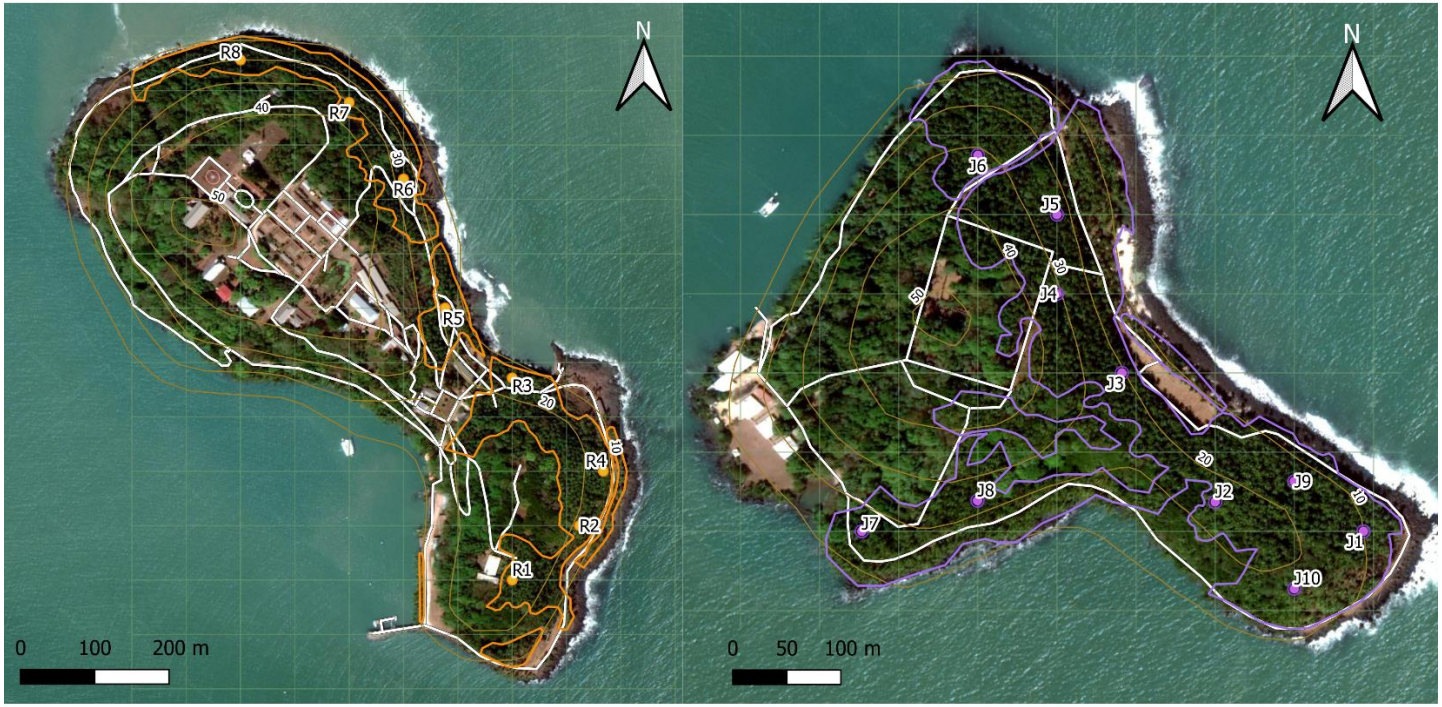
Légende

Délimitation des cocoteraies
- Cocoteraies de l'île Saint-Joseph
- Cocoteraies de l'île Royale

ANNEXE 5 : CARTOGRAPHIE DU PLAN D'ECHANTILLONAGE

Inventaire des cocoteraies des îles du Salut

Carte des placettes d'inventaire des cocoteraies des îles du Salut



Légende

Auteur : VALADE Laurine, mai 2023

- Maillage
- Courbes de niveau
- Chemins

Délimitation des cocoteraies

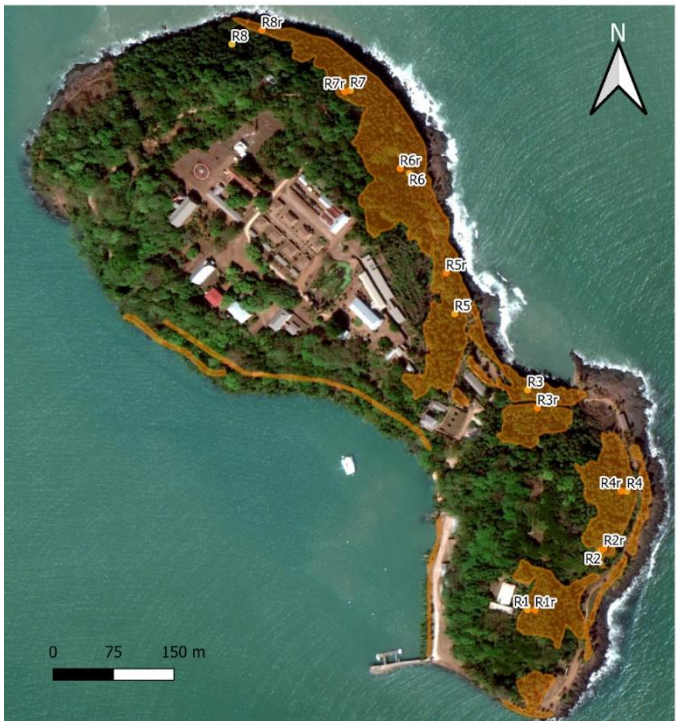
- Cocoteraies de l'île Saint-Joseph
- Cocoteraies de l'île Royale

Placettes

- Centre des placettes sur l'île Saint-Joseph
- Centre des placettes sur l'île Royale
- Périmètre des placettes sur l'île Saint-Joseph
- Périmètre des placettes sur l'île Royale

ANNEXE 6 : CARTES DES CENTRES DE PLACETTE DE L'ÎLE ROYALE ET DE L'ÎLE SAINT-JOSEPH

Carte des centres de placette théoriques et réels de l'île Royale



Légende

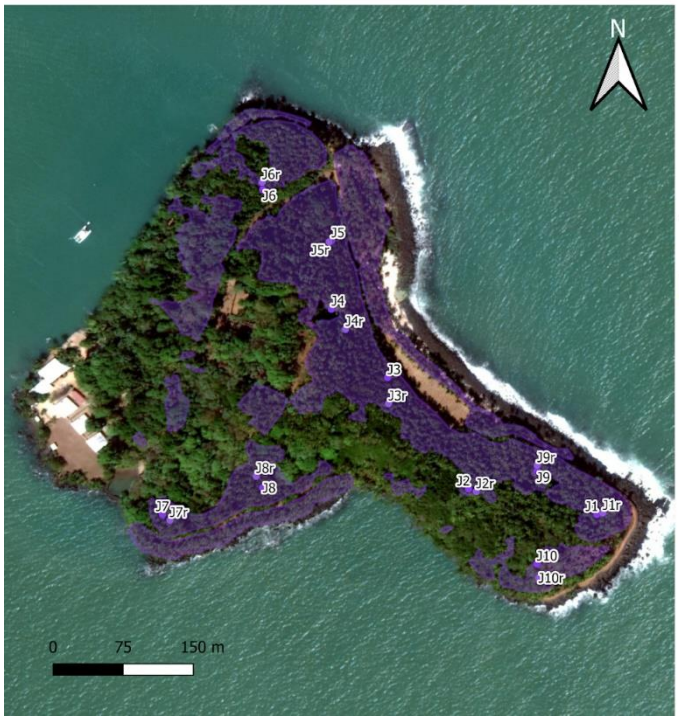
Délimitation réelles des cocoteraies
- Cocoteraies de l'île Royale

Centre théorique des placettes
- Placettes de l'île Royale

Centre réel des placettes
- Placettes de l'île Royale

Auteur : VALADE Laurine, juin 2023

Carte des centres de placette théoriques et réels de l'île Saint-Joseph



Légende

Délimitation réelles des cocoteraies
- Cocoteraies de l'île Saint-Joseph

Centre théorique des placettes
- Placettes de l'île Saint-Joseph

Centre réel des placettes
- Placettes de l'île Saint-Joseph

Auteur : VALADE Laurine, juin 2023

ANNEXE 7 : PROTOCOLE D'INVENTAIRE DETAILLE

- Cheminement

Le cheminement jusqu'aux placettes et entre les placettes est effectué à l'aide d'un GPS (Garmin GPSMAP 64S) et de la carte des placettes. Une fois arrivée au point théorique du centre de la placette (défini par le plan d'échantillonnage), les étapes suivantes sont suivies :

- Placer un jalon au centre de la placette ;
- Sauvegarder le point GPS réel de la placette dans l'appareil en le nommant de la façon suivante : « Initiale île » + « numéro de la placette » + « r » (attaché) ;
  → *Exemple : Pour la placette 3 de l'île Saint Joseph = "J3r"*
- Commencer une fiche de collecte de données et remplir les premières informations : Indiquer son nom (code), le jour et l'heure d'arrivée ainsi que le numéro du point GPS et ses coordonnées X et Y ;
- Éteindre le GPS jusqu'au cheminement suivant.

- Mise en place de la placette

La majorité des placettes inventoriées sont en pente, il est donc important de corriger la valeur du rayon R de ces dernières. En effet, installée sur un terrain en pente, une placette circulaire se projette sur un plan horizontal en une ellipse sous-dimensionnée par rapport à la surface du cercle (son axe selon la pente est plus court que R). Afin de corriger le rayon en fonction de la pente, une table de correction de pente est établie et présentée en annexe 9.

La pente moyenne de la placette est mesurée à l'aide d'un clinomètre. Pour ce faire, un cocotier en bas de pente est choisi et la hauteur de mes yeux est marquée sur le stipe. Afin de mesurer correctement la pente, il faut se placer en haut de la pente et viser le marquage avec le clinomètre. L'angle mesuré est reporté sur la fiche de collecte de données (avec l'unité précisée : degré ou pourcentage) ainsi que le rayon éventuellement corrigé grâce à la table de correction de pente.

La matérialisation de la placette est réalisée à l'aide de quatre jalons (aux extrémités de deux diamètres perpendiculaires du cercle) et d'un décamètre. Les étapes à suivre dépendent de la pente de la placette. Si la placette est sur une surface plane, il faut :

- Dérouler le décamètre selon l'axe Nord-Sud en passant par le centre de placette jusqu'à obtenir le diamètre de la placette (2 x R) ;
- Placer un jalon aux extrémités Nord et Sud ;
- Placer les deux autres jalons à une distance R (rayon) du centre en essayant d'être à peu près perpendiculaire à l'axe Nord-Sud afin d'avoir une idée plus précise du périmètre de la placette

Si au contraire, la placette est en pente, il faut :

- Dérouler le décamètre selon l'axe de la pente la plus forte en passant par le centre de placette jusqu'à obtenir le diamètre corrigé de la placette (2 x Ra) ;
- Placer un jalon aux deux extrémités ;
- Placer les deux autres jalons à une distance Ra (rayon corrigé) du centre en essayant toujours d'être sensiblement perpendiculaire à l'axe de la pente la plus forte.

- Recueil de données

- PERIMETRE DES COCOTIERS

Les zones de présence des cocoteraies sont définies par photo-interprétation d'image Google Satellite ®. La précision n'étant pas assurée et la végétation évoluant assez vite, il est très probable que certaines délimitations soient modifiées durant la phase d'inventaire. En effet, certaines zones peuvent être oubliées ou au contraire prises en compte alors qu'elles ne contiennent pas de cocotiers. Puisque ces surfaces sont utilisées afin d'extrapoler les résultats de l'inventaire à l'ensemble des cocoteraies, il est primordial d'avoir une délimitation des zones de présence de cocotiers aussi fiable que possible. Pour ce faire, des tracés GPS des zones de présence des cocotiers sont pris en cheminant aux limites des cocoteraies. Ces tracés ont été nommés de la façon suivante : « Cocoteraies » + « initiale de l'île » + « numéro de la cocoteraie ».

De plus, lors d'une pré-visite des îles afin de confronter le protocole au terrain, une zone de concentration de régénération est repérée sur l'Île Saint-Joseph. Cette zone est particulièrement intéressante puisqu'elle pourra servir de pépinière pour les potentielles futures plantations. Ainsi, un polygone est tracé sur le GPS en cheminant autour de cette zone et est nommé de la façon suivante : « Nurserie ».

- ACCESSIBILITE DES COCOTIERS

Dans l'objectif d'élaborer une cartographie de l'accessibilité des zones de présence des cocoteraies, les trois critères suivants sont pris en compte : la pente, la distance à un chemin carrossable et la distance au débarcadère.

Afin de combiner ces critères, le logiciel SIG QGIS® est utilisé. Pour la pente, un fichier shapefile avec les courbes de niveaux des îles à 10 mètres est mobilisé. Pour la distance à un chemin carrossable et au débarcadère des tampons, également appelés « buffers », sont créés autour de ces entités. Cinq tampons de 50 mètres sont tracés autour des chemins carrossables et treize tampons de 100 mètres autour des débarcadères afin de couvrir la totalité de la surface des îles. La carte de la topographie se trouve en annexe 2 et celle avec les tampons utilisés en annexe 10.

Afin de pouvoir établir un indice d'accessibilité adapté, l'avis des potentiels porteurs de projet sur le critère le plus contraignant pour l'exploitation de la ressource entre la pente et l'éloignement à un chemin est demandé. La majorité des personnes enquêtées n'ont pas trouvé que la pente était un réel facteur discriminant pour l'exploitation dans la mesure du raisonnable pour des questions de sécurité et à condition que celle-ci « amène jusqu'à un chemin » (Calmant T., 2023). En effet, la méthode de récolte proposée par l'Association pour le Développement et l'Étude des Plantes Aromatiques et Médicinales en Guyane (Gadepam) consiste à partir de l'amont de la pente en récupérant les noix au sol et en les faisant rouler jusqu'à l'aval en s'assurant d'avoir placé un filet amovible en bas de la pente. Ainsi, les pentes permettraient de ratisser une zone en réduisant l'effort de récolte à condition que la zone exploitée soit préalablement bien nettoyée, c'est-à-dire qu'il n'y ait pas trop de palmes, de noix ou de stipes au sol. Le critère de l'éloignement aux chemins est donc important à prendre en compte puisqu'une zone trop enclavée rendrait le transport difficile mais le véritable critère d'attention est l'orientation de ces chemins par rapport aux courbes de niveau. En effet, une pente est favorable à la récolte si les courbes de niveau sont plus ou moins parallèles aux chemins pour que les noix puissent se centraliser à leurs abords. Le critère de la proximité au débarcadère est également intéressant à considérer dans l'accessibilité de la ressource mais reste secondaire dans la mesure où l'acheminement est tout de même assuré par les chemins carrossables.

Ainsi, une classification de différentes zones est effectuée au sein des périmètres réels de cocoteraies en fonction de leur accessibilité : « facilement accessible », « moyennement accessible » et « difficilement accessible ». Le tableau suivant définit les conditions de ces différentes zones.

Type de zone	Orientation des courbes de niveau et localisation de la pente par rapport au chemin	Proximité au chemin	Proximité au débarcadère
Facilement accessible	Courbes de niveau parallèles et pente en amont du chemin	< 50 m	< 500 m
Moyennement accessible	Courbes de niveau parallèles et pente en amont ou en aval du chemin	< 100 m	< 1 000 m
Difficilement accessible	Courbes de niveau non parallèles et pente en amont ou en aval du chemin	≥ 100 m	≥ 1 000 m

Pour qu'une zone soit définie dans une catégorie, il faut qu'elle remplisse les trois critères dans l'ordre de priorité suivant : orientation des courbes de niveau, proximité au chemin et proximité au débarcadère. Si un des critères n'est pas respecté, le type de zone passe automatiquement à un degré d'accessibilité inférieur.

- QUANTIFICATION DES COCOTIERS

L'objectif final ici est de connaître le potentiel productif des cocoteraies. Ainsi, la densité des cocotiers sur les îles, le nombre de coco par pied ainsi que le poids d'une coco sont nécessaires à déterminer.

Comptage des cocotiers

L'objectif de ce comptage est d'estimer la densité de plantation des cocotiers sur les deux îles. Il s'agit de compter tous les cocotiers productifs, c'est-à-dire porteurs d'inflorescences ou de fruits ainsi que les cocotiers morts, au sol ou sur pied. Le nombre de cocotiers compté est reporté sur la fiche de collecte de données.

Dans le cas où certains cocotiers sont proches de la limite de la placette, il faut vérifier à l'aide du décamètre si la base du stipe du cocotier est :

- Entièrement dans la placette : Compter l'individu ;
- Sur la limite de la placette : Compter les individus dans la moitié Ouest du disque pour les placettes planes et gauche du disque en regardant vers le haut de la pente pour les placettes en pente ;
- Complètement à l'extérieur de la placette : Ne pas compter l'individu.

Mesure de la hauteur et de la surface terrière

L'objectif de ces mesures est de connaître le volume de stipe valorisable des cocoteraies. Pour connaître le volume, une mesure de la hauteur moyenne et de la surface terrière par placette a été réalisée. En effet, on sait que le volume V d'un peuplement est le produit d'une hauteur H, d'une surface terrière G et d'un coefficient de forme F du peuplement.

Sachant que les cocotiers se développent en peuplements relativement homogènes, la mesure de la hauteur H est effectuée sur quatre cocotiers de la strate la plus présente de

la placette (en nombre de cocotiers). Cette mesure est réalisée à l'aide d'un dendromètre. Les étapes suivantes sont suivies :

- Choisir un cocotier à mesurer et marquer sur le stipe le niveau correspondant à la hauteur de nos yeux à l'aide d'une craie ;
- Choisir un emplacement permettant de mesurer la hauteur (de préférence sur la même courbe de niveau que le cocotier) ;
- Se placer à une distance D du cocotier en fonction de la hauteur H de l'individu de sorte que D ≥ H, prendre sa valeur à l'aide d'un laser et la noter sur la fiche de collecte de données ;
- Évaluer la pente P depuis son emplacement avec le cocotier grâce au clinomètre en pointant le repère marqué à la craie (vérifier l'unité (grade, degré ou radian) et s'il y a un facteur multiplicateur indiqué sur l'appareil) ;
- Noter la valeur de la pente sur la fiche, dans la case correspondante et indiquer l'unité. Si on est au même niveau que l'arbre, indiquer 0° sur la fiche ;
- Prendre les angles qui nous serviront à calculer la hauteur H de l'arbre a posteriori à l'aide de formules trigonométriques en visant le pied du cocotier, correspondant à la visée basse (b), puis sa cime, correspondant à la visée haute (h).

NB : Si le cocotier est penché, il faut mesurer la hauteur et la distance entre le pied et la projection de la cime sur le sol. Idéalement, il faut se mettre de profil.

La surface terrière G a été estimée sur chaque placette grâce à un relascope à chaînette. Cet outil est très simple d'utilisation et pratique pour réaliser des estimations rapides de la surface terrière d'un peuplement. Le principe, illustré en image en annexe 11, est le suivant : depuis le centre de la placette, on compte, sur un tour d'horizon complet, le nombre de cocotiers dont le diamètre à DBH (h = 1,3 m) dépasse l'encoche (en comptant pour 0,5 les cocotiers apparaissant exactement sur ce diamètre apparent). Il est important de veiller à ce que la chaînette soit maintenue et tendue entre l'œil et l'encoche. Sachant que chaque encoche correspond à une surface terrière de base (0,5, 1, 2 ou 4 m^2/ha), on peut ainsi facilement calculer la surface terrière de la placette en multipliant la surface terrière de l'encoche choisie avec le nombre de cocotiers comptés.

En ce qui concerne le coefficient de forme F, aucune valeur n'a pu être trouvée dans la bibliographie. Ainsi, une estimation de ce coefficient a été effectuée à partir de la mesure des circonférences de N stipes à 1,30 mètres du sol (DBH) et à leur cime. Pour ce faire, le grimpeur mobilisé à l'occasion de la récolte des noix de coco sur neuf cocotiers bien définis (cf. partie « Pesée des noix de coco »), prend la mesure de leurs circonférences par la même occasion. Un coefficient de forme expérimental est ainsi établi à partir de la moyenne m des rapports entre les circonférences basses et hautes du stipe.

Comptage des palmes

Sachant qu'il s'agit de la source la plus importante de déchets verts sur les îles, les palmes des cocotiers matures sont quantifiées. Pour ce faire, les palmes vertes et brunes de quatre cocotiers matures différents sont comptées. Ainsi, un nombre moyen de palmes récentes et anciennes par cocotier mature est obtenu pour chaque placette.

Comptage des noix de coco

L'objectif de ce comptage est de connaître le potentiel productif des cocotiers en termes de noix de coco. Pour ce faire, un comptage du nombre de noix de coco par pied ainsi que la pesée de quelques noix a été réalisé.

Il faut bien évidemment assurés qu'il n'y ait pas eu de ramassage récent des cocos sur le site au préalable afin que les résultats ne soient pas biaisés. De plus, il faut tenir compte de l'effet de la saison sur la productivité des cocotiers. En effet, d'après la thèse de Diep T.M.H. publiée en 1994, il existe une évolution cyclique de la production de noix de coco entre la saison sèche et la saison des pluies. Son étude dans le delta du Mékong a mis en lumière que le nombre de noix récoltées par régime varie au cours des mois : il est plus important en saison sèche qu'en saison des pluies puisque l'avortement des fleurs est plus faible. L'inventaire s'est déroulé en juin, c'est-à-dire à la fin de la saison des pluies. Ainsi, le nombre de noix comptées est sous-estimé par rapport à la production moyenne sur l'année. Sachant que le nombre de noix moyen double en saison sèche selon l'étude de Diep T.M.H., le nombre de noix comptées en saison des pluies est doublé afin de faire une estimation de la production en saison sèche. L'objectif final est de calculer le nombre moyen de noix produites par hectare et par cocotier sur une année.

Pour compter le nombre de noix de coco par cocotier, un nombre moyen de noix par régime est multiplié par le nombre de régime par cocotier observés sur les placettes à l'aide de jumelles. En effet, le nombre de noix par régime étant compliqué à compter, une moyenne est établie pour chaque placette puisque ce nombre varie en fonction des conditions édapho-climatiques, qui peuvent sensiblement être différentes selon les placettes. Sachant que la maturation de la noix de coco s'étale approximativement sur un an, il est intéressant de différencier les noix en fonction de leur stade de maturité afin de connaître la production potentielle sur l'année. Pour des questions de praticité à la reconnaissance, les noix immatures sont différenciées des noix matures par leur taille : celles qui sont plus petites que la taille d'un poing sont immatures alors que celles plus grosses sont matures ou quasiment matures.

Pour établir la moyenne de noix par régime, le nombre de noix du régime mature et immature le plus visible est compté sur quatre cocotiers différents d'une même placette. Un nombre moyen de coco matures et immatures est ainsi obtenu par placette. Le nombre de régimes de noix de coco, quant à lui, est compté pour chaque cocotier de la placette. Les régimes de noix immatures et matures sont également différenciés au comptage.

Pesée des noix de coco

La connaissance du poids des composantes de la noix de coco permet d'estimer la part utile de la production en eau, en chair, en coque et en bourre (De Nuce de Lamothe M. et Wuidart W., 1982). Sachant que ces paramètres varient en fonction des conditions édapho-climatiques et du moment de la récolte, il aurait été intéressant de réaliser un échantillon de trois noix par placette (donc 18 x 3 = 54 noix au total), correspondant aux trois stades de maturation d'une noix récoltable (De Taffin G., 1993) :

- Une noix verte cueillie sur l'arbre 6 à 9 mois après floraison (récoltée pour l'eau de coco) ;
- Une noix brune cueillie sur l'arbre 9 à 11 mois après floraison (récoltée pour l'huile ou l'eau de coco) ;
- Une noix brune ramassée au sol (récoltée pour l'huile coco ou de coprah).

Néanmoins, par manque de temps, il n'a malheureusement pas été possible de suivre l'échantillonnage effectué lors de l'inventaire pour la partie pesée. En effet, ouvrir et peser 54 noix de cocos est trop chronophage alors qu'un temps limité ne peut être consacré à cet aspect puisqu'il ne s'agit pas d'une priorité dans la mission de stage. Ainsi, le nombre de noix récoltées par placette, c'est-à-dire trois, est maintenu mais le nombre de placettes où effectuer les récoltes est divisé par deux, c'est-à-dire 9 placettes (4 sur l'Île Royale et 5 sur

l'Île Saint-Joseph). Nous devons donc avoir 9 x 3 = 27 noix de coco à peser. Les placettes retenues sont choisies afin de couvrir toute la surface de cocoteraies des îles. Ainsi, les placettes choisies pour faire la récolte des noix sont les suivantes :

- Sur l'Île Royale : R1, R4, R5 et R8 ;
- Sur l'Île Saint-Joseph : J1, J2, J3, J6 et J7.

A l'exception de celles ramassées au sol, la récolte des noix n'est effectuée seule. La cueillette des noix sur les cocotiers est réalisée par Monsieur Briones, responsable de la société Brionespace qui est un prestataire d'Agamis. Ainsi, lors de l'inventaire, un cocotier portant à la fois des noix vertes et brunes est repéré pour chaque placette dans la mesure du possible. Cela n'a pas été le cas pour la placette R4, nous avons donc été obligé de réduire l'échantillon à 24 noix au final. Afin que le grimpeur puisse savoir sur quel cocotier cueillir les noix, ce dernier est localisé par un point GPS et marqué d'une croix à la bombe de peinture sur son stipe.

La récolte des échantillons de noix est effectuée après la période d'inventaire, dans le courant du mois de juillet, donc en saison sèche. Une fois récoltées par le grimpeur, les noix sont marquées d'un identifiant afin de les reconnaître. Cet identifiant reprend les informations sur le type de noix récoltée ainsi que sur sa localisation. Ainsi, pour les noix vertes, l'identifiant est : « Initiale de l'île » + « numéro de la placette » + « V ». Pour les noix brunes cueillies sur le cocotier, l'identifiant est « Initiale de l'île » + « numéro de la placette » + « BC ». Pour celles ramassées au sol, l'identifiant est « Initiale de l'île » + « numéro de la placette » + « BS ».

Une fois leur identifiant inscrit sur leur surface, les noix sont ramenées des îles au Campus Agronomique de Kourou afin de procéder à la pesée. Pour les noix cueillies (vertes et brunes), la pesée devrait idéalement être réalisée dans les 24 heures après ramassage afin que le taux d'humidité n'ait pas le temps de varier. Dans la réalité, ce délai n'est pas respecté pour des questions logistiques. En effet, le temps de transport depuis les îles combiné au fait que je sois seule pour ouvrir l'ensemble des noix de coco a rendu difficile, pour ne pas dire impossible, leur pesée immédiate. Néanmoins, cette dernière est effectuée le plus rapidement possible en veillant à ce que les noix soient stockées dans un endroit sec et abrité du soleil afin d'éviter que le taux d'humidité ne soit trop impacté. Pour les noix ramassées au sol (brunes), la pesée est réalisée quatre semaines après la récolte, qui a été faite en juin, en même temps que l'inventaire. A ce stade de maturité, la bourre ainsi que l'albumen sont relativement secs, la durée de stockage n'impacte donc pas leur taux d'humidité.

L'objectif de ces pesées est d'obtenir les mesures suivantes pour chacune des noix échantillonnées :

- Le poids en matière fraîche de la noix entière, de la bourre et de l'albumen ;
- Le poids en matière sèche de la bourre et de l'albumen ;
- Le poids de la coque ;
- Le volume d'eau (uniquement pour les noix « vertes »).

L'ouverture, le séchage ainsi que la pesée des échantillons est effectuée sur une durée de 9 jours (3 jours de décorticage et 6 jours de mise à l'étuve) au sein des laboratoires du Cirad, sous la tutelle de Monsieur Perthuis. Les différentes étapes suivies pour chaque échantillon, c'est-à-dire par lot de trois noix d'une même placette, sont les suivantes :

- Prise de photos des noix à différentes étapes de l'ouverture et de la pesée ;
- Pesée de chacune des noix entières à l'aide d'une balance ;

- Pelage de la bourre des noix à l'aide d'une machette ;
- Récupération de l'eau pour les noix de coco vertes en faisant un trou dans la coque à l'aide d'un burin et d'un marteau ;
- Ouverture complète de la coque à l'aide d'une machette et/ou d'un marteau ;
- Détachage de la chair de la coque à l'aide d'un couteau ;
- Tri des différentes parties de la noix (bourre, coque, chair et eau) dans différents contenants ;
- Pesée de la bourre, de la coque et de la chair à l'aide d'une balance ;
- Mesure du volume d'eau à l'aide d'une éprouvette graduée de 500 ml ;
- Passage à l'étuve à 60°C pendant 24 à 36h (noter la durée exacte) de la bourre et de la chair de l'ensemble des noix ;
- Pesée des parties séchées des noix à l'aide d'une balance.

L'ensemble des données récoltées sont reportées sur la fiche de pesée des noix de coco présentée en annexe 12.

- QUALIFICATION DES COCOTIERS

L'objectif de la qualification des cocotiers est de connaître l'état global des cocoteraies, en termes de renouvellement, de nutrition et d'état phytosanitaire.

Répartition des classes de taille et régénération

L'objectif ici est d'obtenir la proportion entre les cocotiers immatures (plantules), matures (cocotiers productifs) et sénescents (cocotiers affaiblis).

Le stipe du cocotier a la particularité d'avoir une croissance continue en hauteur. L'estimation de l'âge du cocotier peut être réalisée en se basant sur des mesures de hauteur. D'après la thèse de Diep Thi My Hanh publiée en 1994, la croissance en hauteur des variétés de cocotiers « Grands » varie de 0,15 à 1 mètre par an (de 2 à 12 ans). Sachant que les cocotiers sont dans des conditions édapho-climatiques qui lui sont favorables (embruns salés, proximité du littoral…), nous pouvons faire l'hypothèse que les cocotiers « Grands Îles du Salut » ont une croissance d'un peu moins d'un mètre par an jusqu'à leurs 12 ans. De plus, d'après Hébert *et al.* (2007), les cocotiers « Grands » commencent à fructifier après 7 à 10 années de culture. Nous pouvons alors en déduire qu'un individu en dessous de 5 mètres n'est pas ou très peu productif.

En partant de ce postulat, des classes de taille peuvent être arbitrairement définies en différenciant leur capacité de production et leur mode de récolte. L'ensemble des cocotiers de chaque classe ont été dénombrés sur la placette d'inventaire en évaluant visuellement la hauteur de leur stipe. Les différentes classes de taille sont les suivantes :

- Noix germée d'une hauteur ≤ 50 cm : Non productif (quelques mois) ;
- Plantule d'une hauteur ≤ 1 m : Non productif (1 an) ;
- Cocotier jeune d'une hauteur ≤ 5 m : Non ou très peu productif (moins de 7 ans) ;
- Cocotier mature d'une hauteur 5-10 m : Productif et récolte ne nécessitant pas d'intervention professionnelle ;
- Cocotier mature d'une hauteur > 10 m : Productif et récolte nécessitant l'intervention d'un grimpeur ;
- Cocotier senescent d'une hauteur > 10 m : Peu productif et abimé.

Etat nutritionnel : Carence et productivité

L'état nutritionnel d'un cocotier est traditionnellement évalué par un diagnostic foliaire. Cette méthode consiste à mesurer les concentrations en éléments minéraux des feuilles et à les comparer à des niveaux critiques déterminés dans des expériences au champ. Bien que rigoureux, ce dispositif n'est mis en place ici car trop lourd et chronophage à réaliser sur la période de stage. En effet, il nécessite le prélèvement de six folioles de la feuille 14 sur une dizaine de cocotiers (De Taffin G., 1993) qui doivent ensuite être analysées en laboratoire à Montpellier.

C'est pour ces raisons que l'état nutritionnel des cocotiers est déterminé qualitativement par appréciation visuelle de l'état des feuilles (symptômes de carences) et de la productivité des fruits. Une prospection de l'ensemble des cocotiers de la placette est réalisée pour vérifier qu'ils soient sains et productifs.

Pour le diagnostic de carences nutritives, l'aspect visuel des palmes est apprécié en se référant à l'ouvrage « Le cocotier » De Taffin G., 1993. Le nom de la carence est noté sur la fiche de collecte des données en décrivant brièvement les symptômes. Une photo des symptômes est également prise et son numéro est notée sur la fiche afin de vérifier à posteriori les observations avec Monsieur Perthuis Bernard, chercheur entomologiste du Cirad spécialisé dans les phytopathologies.

Pour le diagnostic de la productivité, l'état global des régimes de noix est observé : leur apparence visuelle (noix bien formées, régimes solides…) et leur effectif (nombre de régimes, nombre de noix par régime). Ces critères ont été observés sur deux stades de maturité des noix : les noix matures et immatures. Pour chaque stade de maturité de noix, une évaluation qualitative a été effectuée en attribuant un état (bon, moyen ou mauvais) à chaque critère d'observation. Un cocotier non productif est facilement reconnaissable : il a un aspect chétif et porte peu voire pas de régimes et peu de noix par régime.

Etat phytosanitaire : Impact des bio-agresseurs

L'objectif est d'identifier et de quantifier l'impact des bio-agresseurs (maladies et ravageurs) sur l'ensemble des individus matures (cocotiers productifs) et de la régénération (plantules).

Pour ce faire, un recensement du nombre de cocotiers abîmés et morts est effectué pour chaque placette. Une appréciation visuelle des symptômes causés par l'impact des bio-agresseurs est également réalisée à l'aide de l'ouvrage « Le cocotier » De Taffin G., 1993. Une fois repéré, le nom de la maladie ou du ravageur dont l'impact est observé est noté et ses symptômes sont brièvement décris et pris en photo. Tout comme pour l'état nutritionnel, des vérifications sont effectuées avec Monsieur Perthuis.

- OBSERVATION DE LA VEGETATION ENVIRONNANTE

Il s'agit ici d'identifier les autres espèces végétales économiquement intéressantes les plus présentes sur l'Île Royale et l'Île Saint-Joseph. Cette observation ne doit pas se limiter aux placettes puisque celles-ci se trouvent sur des zones quasiment exclusivement occupées par des cocotiers. Ainsi, lors du cheminement entre les placettes, la végétation environnante est observée afin de repérer la présence d'autres massifs de végétaux. Une fois ce massif repéré, les coordonnées GPS de la zone occupée par ces végétaux sont prises (création d'un tracé sur le GPS). Ce polygone formé est nommé de la façon suivante : « Initiale de l'île » + « V » + « numéro » (attaché). L'espèce identifiée est notée dans la fiche de collecte de données.

ANNEXE 8 : FICHE DE COLLECTE DE DONNEES

Inventaires des cocoteraies des îles du Salut

Fiche de collecte de données

1) Généralités sur la placette

Placette	Date	Heure		Coordonnées GPS			
		Arrivée	*Départ*	*Code GPS*	*X : Nord*	*Y : Ouest*	*Z : Altitude*
				___ ___ r			

2) Accessibilité des cocotiers

Pente		Code pente	Rayon corrigé
°	%		

Code situation topographique

Distance (en m)	
Au chemin	*Au débarcadère*

Commentaires

……
……
……

3) Quantification des cocotiers, des palmes et des noix de coco

Nombre de cocotiers		
Productifs	Morts	
	Au sol	*Sur pied*

Surface terrière = …… m²	
Encoche	*Cocotiers comptés*
0,5	
1	
2	
4	

Hauteur	*Cocotier 1*	*Cocotier 2*	*Cocotier 3*	*Cocotier 4*
Distance à l'arbre (en m)				
Pente (⚠ en ° ou %)				
Visée basse (⚠ en m, ° ou %)				
Visée haute (⚠ en m, ° ou %)				
Distance cime-pied *SSI penché* (en m)				
Commentaires éventuels				

1

Cocotier	*Cocotier 1*	*Cocotier 2*	*Cocotier 3*	*Cocotier 4*
Nombre de palmes vertes				
Nombre de palmes brunes				

Nombre total de régimes (placette)	
Régimes matures	*Régimes immatures*

Nombre de noix / régime	Sur un régime mature	Sur un régime immature
Cocotier 1		
Cocotier 2		
Cocotier 3		
Cocotier 4		

Type de noix	Code noix	Coordonnées GPS	Code GPS	Remarques
Verte	___ ___ V	X: Y: Z:	___ ___ c	
Brune	___ ___ BC			
Au sol	___ ___ BS	X: Y: Z:	___ ___ s	

4) Qualification des cocotiers

a) Répartition des classes de taille

Type d'individu	Hauteur (en m)	Nombre d'individus
Noix germée	⩽ 0,5	
Plantule	⩽ 1	
Cocotier jeune	⩽ 5	
Cocotier mature	5-10	
	> 10	
Cocotier senescent	> 10	

2

b) Etat nutritionnel: Carence et productivité

N°	Type d'individu *(marquer le nombre)*		Code carence	Code GPS	N° photo	Description des symptômes
	Mature	*Plantule*				
1						
2						
3						
4						
5						

		Appréciation visuelle			Commentaires éventuels
		Bon	Moyen	Mauvais	
Apparence	*Noix matures*				
	Noix immatures				
Productivité	*Noix matures*				
	Noix immatures				

3

c) Impact des bioagresseurs: Maladies et ravageurs

N°	Type d'individu *(marquer le nombre)*		Code impact	Code GPS	N° photo	Description des symptômes
	Mature	*Plantule*				
1						
2						
3						
4						
5						

5) Observation de la végétation environnante

Espèce végétale	Effectif	Nom GPS du polygone	N° photo
		___ V ___	
		___ V ___	
		___ V ___	
		___ V ___	
		___ V ___	
		___ V ___	

4

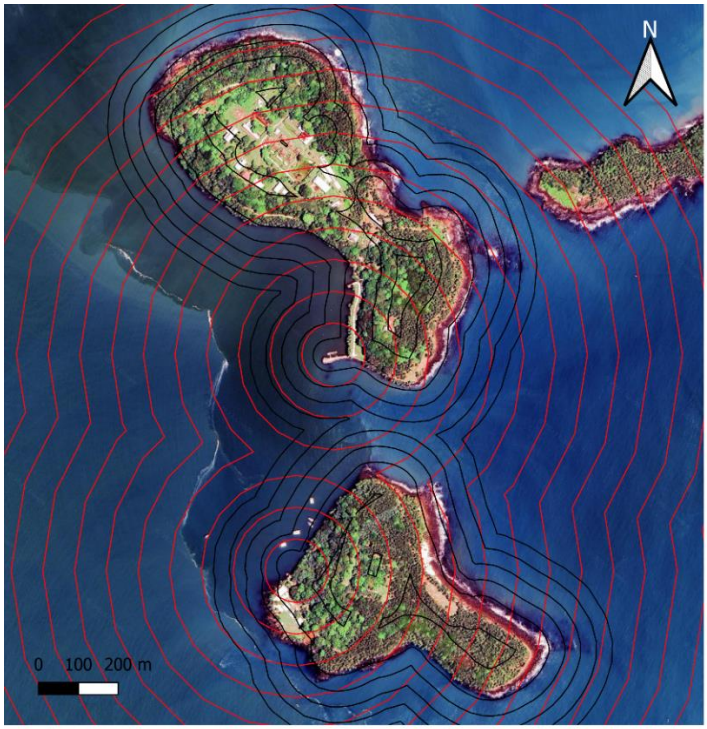
ANNEXE 9 : TABLE DE CORRECTION DE PENTE

Inventaire des cocoteraies des îles du Salut

Fiche de correction de pente

Île Royale				Île Saint-Joseph			
RAYON CHOISI	8.3			RAYON CHOISI	7.6		
PENTE *(en °)*	RAYON ALLONGÉ	PENTE *(en %)*	RAYON ALLONGÉ	PENTE *(en °)*	RAYON ALLONGÉ	PENTE *(en %)*	RAYON ALLONGÉ
1	8.30	1	8.30	1	7.60	1	7.60
2	8.30	2	8.30	2	7.60	2	7.60
3	8.31	3	8.30	3	7.61	3	7.60
4	8.31	4	8.30	4	7.61	4	7.60
5	8.32	5	8.31	5	7.61	5	7.60
6	8.32	6	8.31	6	7.62	6	7.61
7	8.33	7	8.31	7	7.63	7	7.61
8	8.34	8	8.31	8	7.64	8	7.61
9	8.35	9	8.32	9	7.65	9	7.62
10	8.36	10	8.32	10	7.66	10	7.62
11	8.38	11	8.32	11	7.67	11	7.62
12	8.39	12	8.33	12	7.68	12	7.63
13	8.41	13	8.33	13	7.70	13	7.63
14	8.43	14	8.34	14	7.72	14	7.64
15	8.45	15	8.35	15	7.73	15	7.64
16	8.47	16	8.35	16	7.75	16	7.65
17	8.49	17	8.36	17	7.77	17	7.65
18	8.51	18	8.37	18	7.79	18	7.66
19	8.54	19	8.37	19	7.82	19	7.67
20	8.56	20	8.38	20	7.84	20	7.67
21	8.59	21	8.39	21	7.87	21	7.68
22	8.62	22	8.40	22	7.89	22	7.69
23	8.65	23	8.41	23	7.92	23	7.70
24	8.68	24	8.42	24	7.95	24	7.71
25	8.72	25	8.43	25	7.98	25	7.72
26	8.75	26	8.44	26	8.02	26	7.73
27	8.79	27	8.45	27	8.05	27	7.73
28	8.83	28	8.46	28	8.09	28	7.74
29	8.88	29	8.47	29	8.13	29	7.75
30	8.92	30	8.48	30	8.17	30	7.77
31	8.96	31	8.49	31	8.21	31	7.78
32	9.01	32	8.50	32	8.25	32	7.79
33	9.06	33	8.52	33	8.30	33	7.80
34	9.12	34	8.53	34	8.35	34	7.81
35	9.17	35	8.54	35	8.40	35	7.82

ANNEXE 10 : CARTOGRAPHIE DES TAMPONS UTILISES POUR DETERMINER L'ACCESSIBILITE DE LA RESSOURCE



Carte des tampons de la distance aux chemins carrossables et aux débarcadères

Auteur : VALADE Laurine, juillet 2023

Légende

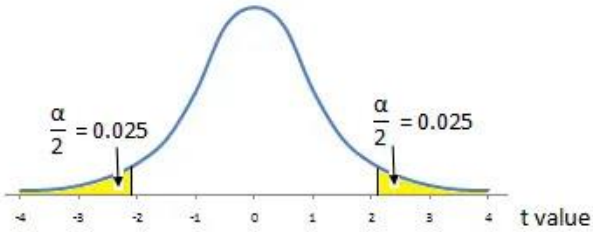
- Tampon de la distance à un chemin carrossable (50 m)
- Tampon de la distance au débarcadère (100 m)

ANNEXE 11 : TABLE DE STUDENT

Source : Statcalculators.com, 2023

Student's t Distribution Table

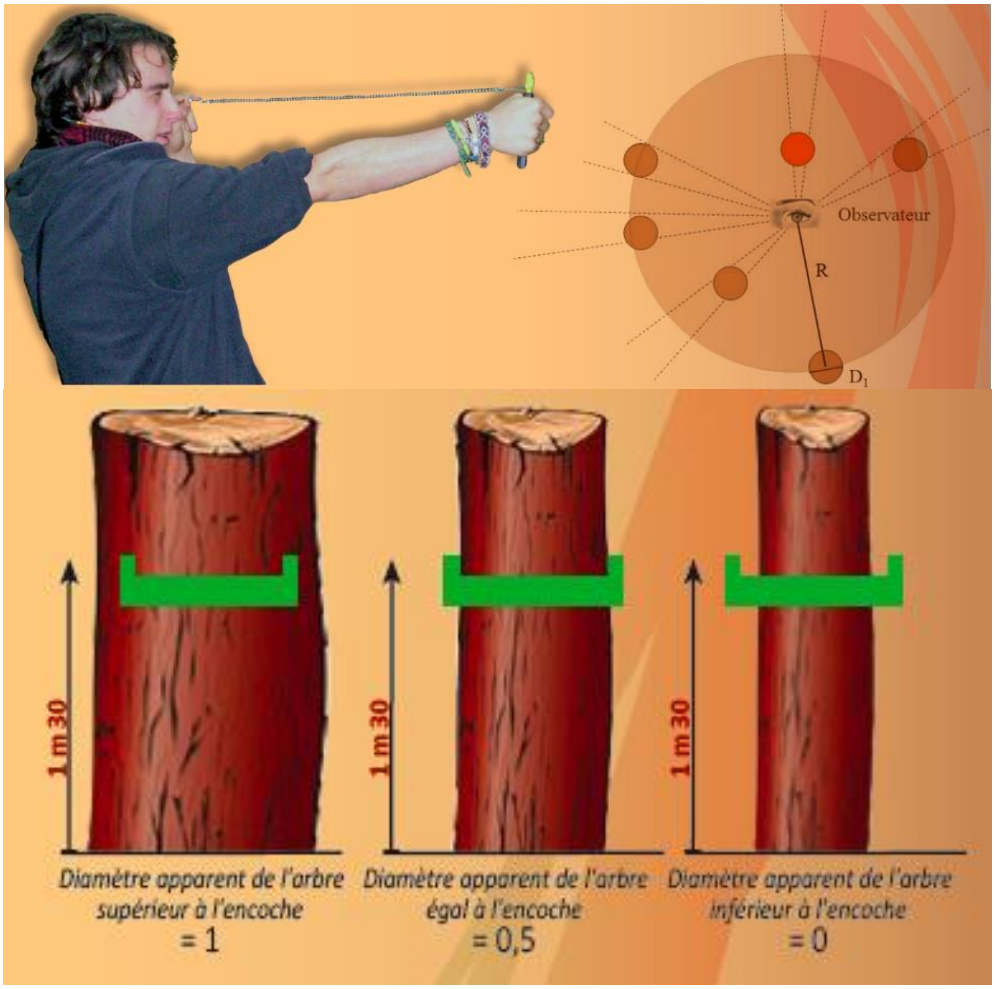
For example, the t value for 18 degrees of freedom is 2.101 for 95% confidence interval (**2-Tail** $\alpha = 0.05$).



	90%	95%	97.5%	99%	99.5%	99.95%	1-Tail Confidence Level
	80%	90%	95%	98%	99%	99.9%	2-Tail Confidence Level
	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005	0.0005	1-Tail Alpha
df	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.001	2-Tail Alpha
1	3.0777	6.3138	12.7062	31.8205	63.6567	636.6192	
2	1.8856	2.9200	4.3027	6.9646	9.9248	31.5991	
3	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8409	12.9240	
4	1.5332	2.1318	2.7764	3.7469	4.6041	8.6103	
5	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321	6.8688	
6	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074	5.9588	
7	1.4149	1.8946	2.3646	2.9980	3.4995	5.4079	
8	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554	5.0413	
9	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498	4.7809	
10	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693	4.5869	
11	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058	4.4370	
12	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545	4.3178	
13	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123	4.2208	
14	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768	4.1405	
15	1.3406	1.7531	2.1314	2.6025	2.9467	4.0728	
16	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208	4.0150	
17	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982	3.9651	
18	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784	3.9216	
19	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609	3.8834	
20	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453	3.8495	
21	1.3232	1.7207	2.0796	2.5176	2.8314	3.8193	
22	1.3212	1.7171	2.0739	2.5083	2.8188	3.7921	
23	1.3195	1.7139	2.0687	2.4999	2.8073	3.7676	
24	1.3178	1.7109	2.0639	2.4922	2.7969	3.7454	
25	1.3163	1.7081	2.0595	2.4851	2.7874	3.7251	
26	1.3150	1.7056	2.0555	2.4786	2.7787	3.7066	
27	1.3137	1.7033	2.0518	2.4727	2.7707	3.6896	
28	1.3125	1.7011	2.0484	2.4671	2.7633	3.6739	
29	1.3114	1.6991	2.0452	2.4620	2.7564	3.6594	
30	1.3104	1.6973	2.0423	2.4573	2.7500	3.6460	

ANNEXE 12 : SCHEMAS EXPLICATIFS DU FONCTIONNEMENT DU RELASCOPE A CHAINETTE

Source : Asaël S., 2015



ANNEXE 13 : FICHE DE PESEE DES NOIX DE COCO

Inventaire des cocoteraies des îles du Salut

Fiche de pesée des noix de coco

NOIX DE COCO VERTE

Identifiant	Poids (en g)							Photo
	Matière fraîche					Matière sèche		
	Noix entière	*Eau*	*Bourre*	*Albumen*	*Coque*	*Bourre*	*Albumen*	
__ __ V								
__ __ V								
__ __ V								
__ __ V								
__ __ V								
__ __ V								
__ __ V								
__ __ V								
__ __ V								

NOIX DE COCO BRUNE CUEILLIE

Identifiant	Poids (en g)							Photo
	Matière fraîche					Matière sèche		
	Noix entière	*Eau*	*Bourre*	*Albumen*	*Coque*	*Bourre*	*Albumen*	
__ __ BC								
__ __ BC								
__ __ BC								
__ __ BC								
__ __ BC								
__ __ BC								
__ __ BC								
__ __ BC								
__ __ BC								

NOIX DE COCO BRUNE AU SOL

Identifiant	Poids (en g)							Photo
	Matière fraîche					Matière sèche		
	Noix entière	*Eau*	*Bourre*	*Albumen*	*Coque*	*Bourre*	*Albumen*	
__ __ BS								
__ __ BS								
__ __ BS								
__ __ BS								
__ __ BS								
__ __ BS								
__ __ BS								
__ __ BS								
__ __ BS								

ANNEXE 14 : LISTE DU MATERIEL UTILISE POUR L'INVENTAIRE DE LA RESSOURCE

- GPS Garmin GPSMAP 64S (avec piles de rechange)
- Boussole
- Clinomètre (Suunto et électrique)
- Relascope à chaînette
- Décamètre
- Mètre ruban
- 5 jalons (fers à béton)
- Jumelles
- Machette
- Rubalise
- Bombe de peinture
- Carte des placettes
- Fiche de correction de pente
- Fiches de collecte des données
- Crayons à papier et support pour écrire
- Pochette à rabats en plastique + pochettes plastiques
- Craies
- Parapluie et K-way
- Sac à dos
- Téléphone portable
- Trousse de secours
- Casque de chantier
- Livre « Le cocotier » (De Taffin G., 1993)
- Bouteilles d'eau
- Appareil photo

ANNEXE 15 : LISTE DES PERSONNES RENCONTREES LORS DES ENQUETES

Type d'acteur	Entité	Personne	Présentation
Type 1	Agamis (Association pour Gérer l'Architecture et le Musée des Îles du Salut)	Schneider Aurélie	Salariée de l'association depuis 2018 issue d'une formation en archéologie. Travaille au Conservatoire du patrimoine et est en charge de la mise en valeur du patrimoine des Îles du Salut
		Demagny Victor	Salarié et régisseur de l'association depuis 2022 issu d'une formation en maçonnerie traditionnelle et du bâti ancien. A pour mission principale l'entretien du site, sa préservation et sa restauration et pour mission annexe la préparation d'événements et l'encadrement des bénévoles.
	Cnes (Centre National d'Etudes Spatiales)	Py Nathalie	Juriste chargée de la gestion du patrimoine foncier du Cnes.
		Elfort Olivia	Spécialiste environnement au service « Environnement et sauvegarde sol » du Cnes depuis 2017.
		Leroy Pierre	Responsable de la gestion du patrimoine hors base du Cnes (gestion des espaces verts, déchets, nuisibles, nettoyage et associatif) et interlocuteur SIG.
		Bonhomme Camille	Ingénieure environnement au service « Environnement et sauvegarde sol » au Cnes depuis 2023.
	DGTM (Direction Générale des Territoires et de la Mer)	Bommier Adèle	Chargée de mission « Développement Durable et Déchets » au service « Transition Écologique et Connaissance Territoriale » depuis septembre 2021
Type 2	Brionespace Vert (entreprise)	Briones Vincent	Patron de la société d'architecture paysagère créée en 2018 à Kourou et spécialisée dans la taille des arbres (prestations de grimpe).
	Brunel Sévère (auto-entrepreneur)		Auto-entrepreneur depuis 2018 en cours de création de deux entreprises : une exploitation agricole de production de fruitiers et de

			cocotiers à Régina et une unité d'agro-transformation de coco à Roura qui s'approvisionnerait en noix de son exploitation agricole, de producteurs partenaires en Guyane et des Îles du Salut éventuellement
	EBroots (entreprise)	Epailly Ingrid	Ingénieure optique vidéo au Cnes. Auto-entrepreneure depuis 2012 : création d'INGCorp, une entreprise de revente de produits cosmétiques importés du Mali. Création récente d'une nouvelle entreprise d'agrotourisme et d'agrotransformation : EBroots. Projet de proposition de circuits touristiques sur le fleuve Kourou et de vente de produits naturels (huile de carapa, huile d'awara, produits à base de coco, encens).
		Epailly Claudine	Associée et mère d'Ingrid. Retraitée depuis 12 ans.
	Gadepam (Association pour le Développement et l'Etude des Plantes Aromatiques et Médicinales en Guyane)	Calmant Tom	Responsable direction, gestion et administration de l'association qui travaille sur deux volets : l'artisanat et les PAPAM (Plantes Aromatiques à Parfum et Médicinales).
		Thomas Adèle	Chargée de mission sur les plantes aromatiques et médicinales. Travaille notamment sur le projet de développement de la filière huile essentielle et huile végétale en Guyane.
	PAOG (Pôle Agroalimentaire de l'Ouest Guyanais)	Felicite-Zulma Steeve	Responsable de l'atelier de transformation végétale au PAOG issu d'une formation d'ingénieur en agroalimentaire et d'un master en management et administration des entreprises.

ANNEXE 16 : GUIDES D'ENTRETIEN

Enquêtes semi-directives - Valorisation des cocoteraies des îles du Salut

Guide d'entretien acteurs type 1

Questions qu'on se pose (problématiques)	Questions qu'on pose (entretien)
1) DOSSIER 1: GESTION ACTUELLE → Comment s'organise la gestion actuelle des îles du Salut ? **2) DOSSIER 2: BESOINS** → Quels sont vos besoins en ce qui concerne l'aménagement, l'exploitation et la valorisation du site ? **3) DOSSIER 3: ATTENTES** → Quelles sont vos attentes en termes de gestion et de transformation des cocotiers ?	Intro: Présentation 1) Question ouverte sur le profil 2) Question ouverte sur le sujet 3) Questions spécifiques sur le sujet en rebondissant sur les sujets abordés par l'interlocuteur

Présentation		Bonjour, je vous remercie d'avoir pris du temps pour m'accorder un entretien aujourd'hui. Je me présente, je m'appelle Laurine et je suis étudiante à l'ISTOM, école d'ingénieur en agrodvt international et j'ai réalisé ma dernière année à AgroParisTech où j'ai suivi la dominante d'approfondissement GEEFT (Gestion Envtale des Ecosystèmes et Forêts Tropicales). Je suis actuellement en stage d'ingénieur au sein de l'équipe "ingénierie de projet, économie et biodiversité" de l'OFB et je travaille sur la valorisation agronomique et agrotouristique des cocoteraies des îles du Salut. Ce projet découle d'une volonté de mise en valeur du patrimoine des îles depuis 1999 par l'association AGAMIS (regroupant le CNES, le Conservatoire du littoral, la municipalité de Cayenne), l'Office du Tourisme du Centre Littoral (OTCL), la Communauté de Communes des Savanes (CCDS) et la Collectivité Territoriale de Guyane (CTG). Ma mission de stage a pour objectif de connaître le potentiel productif des cocoteraies des Îles du Salut et d'évaluer l'opportunité de valorisation de ces dernières afin de proposer un plan de gestion, d'exploitation et de transformation rentable et durable des cocotiers. C'est dans ce cadre que je suis amenée à réaliser des enquêtes semi-directives auprès de différents acteurs locaux. Je suis donc venue vous voir aujourd'hui afin d'avoir votre point de vue sur le sujet de la gestion et de la valorisation des cocoteraies des îles. Avant de commencer l'entretien, j'aimerais savoir s'il serait possible de vous enregistrer ? Cela va beaucoup m'aider dans notre travail et va me permettre de mieux comprendre vos propos. Il est bien sûr possible de couper l'enregistrement à tout moment sur votre demande.
Questions ouvertes	**Sur le profil**	Pouvez-vous vous présenter brièvement ? Nom, nombre de salariés, activité, localisation…
	Sur le sujet	Comment et quand êtes-vous intervenus sur le sujet de la gestion du site et notamment des cocoteraies des îles du Salut ? Que faites-vous au sein de votre structure par rapport à cette problématique ?
Questions	**DOSSIER 1: Gestion**	Qu'est-il fait actuellement en termes de gestion sur les îles ?

de relance	**actuelle**	Qui s'occupe de l'entretien des espaces naturels sur les îles ? Quelles sont les zones d'entretien des îles ? (dessiner sur fond de carte si besoin) À quelle fréquence sont-elles entretenues ?
	DOSSIER 2: Besoins	De quoi auriez-vous besoin en termes d'entretien des cocoteraies dans le cadre de votre activité ? De quelles ressources avez-vous besoin (eau, électricité…) ? Quels aménagements vous semblent nécessaires à la bonne gestion du site ? Dans quelle mesure l'exploitation et la transformation de la coco vous serait bénéfique ?
	DOSSIER 3: Attentes	Qu'attendez-vous du projet de valorisation des cocotiers des îles du Salut ? Quel mode de gestion et d'exploitation vous semble le plus pertinent ? Pensez-vous à des voies de transformations de la coco qui seraient bien adaptées aux îles ?
	Conclusion	Nous arrivons sur la fin de l'entretien, avez-vous des questions ou d'autres points que vous aimeriez aborder ? Je vais couper l'enregistrement, je vous remercie pour le temps que vous nous avez accordé. Avant de se quitter, auriez-vous des documents complémentaires ou d'autres contacts à nous suggérer sur le sujet ?

Enquêtes semi-directives - Valorisation des cocoteraies des îles du Salut

Guide d'entretien acteurs type 2

Questions qu'on se pose (problématiques)	Questions qu'on pose (entretien)
1) DOSSIER 1: ACTIVITÉ ACTUELLE **a) SOUS DOSSIER 1.2 : ENTRETIEN & AMÉNAGEMENT** → Comment entretenez-vous et aménagez-vous vos cocoteraies actuellement ? **b) SOUS DOSSIER 2: EXPLOITATION** → Comment exploitez-vous les cocotiers ? **c) SOUS DOSSIER 3: TRANSFORMATION** → Quelle(s) transformation(s) faites-vous sur les produits du cocotiers ? **2) DOSSIER 2: PROJECTION D'UNE ACTIVITÉ SUR LES ÎLES** → Envisageriez-vous de débuter une activité de valorisation des cocos sur les îles du Salut ?	Intro: Présentation 1) Question ouverte sur le profil 2) Question ouverte sur le sujet 3) Questions spécifiques sur le sujet en rebondissant sur les sujets abordés par l'interlocuteur → Aborder les dossiers traitant de l'activité de l'acteur

Enquêtes semi-directives - Valorisation des cocoteraies des îles du Salut

Questions ouvertes	**Sur le profil**	Pouvez-vous vous présenter brièvement ? Nom, nombre de salariés, activité, localisation…
	Sur le sujet	Comment et quand avez-vous débuté votre activité de valorisation des cocotiers ? Que faites-vous au sein de votre structure en termes de gestion et/ou de valorisation des cocotiers ?
Questions de relance	**DOSSIER 1: Activité actuelle**	- **SOUS DOSSIER 1.1 : Entretien & aménagement** Quelles opérations d'entretien effectuez-vous sur vos cocotiers (coupe, nettoyage, traitement spécifique…) ? Et à quelle fréquence ? Comment gérez-vous la fertilisation et la lutte contre les ravageurs (si concernés) ? Quels aménagements avez-vous mis en place dans vos parcelles ?
		- **SOUS DOSSIER 1.2 : Exploitation** Quelles parties du cocotier exploitez-vous ? Quel est le rendement moyen en noix de coco de votre plantation ? Varie-t-il entre la saison sèche et la saison des pluies ? Comment récoltez-vous la noix de coco ? Quel type de coco ramassez-vous et à quelle fréquence ? Comment gérez-vous le renouvellement de vos cocoteraies ?
		- **SOUS DOSSIER 1.3 : Transformation** Quelles parties du cocotier transformez-vous ? De quelles quantités avez-vous besoin de matière première ? Si non producteur : Où vous fournissez vous en matière première ? Quelles sont les techniques de valorisation que vous effectuez ? Quels sont les produits de valorisation obtenus et à quel niveau de production (rendement produit brut / produit transformé) ?
	DOSSIER 2 : Projection d'une activité sur les îles	Pourriez-vous vous projeter sur une activité sur les îles du Salut ? Que penseriez-vous faire en termes d'entretien, d'exploitation et de valorisation sur les îles ? Quelles opportunités et freins identifiez-vous à démarrer une activité sur les îles du Salut ? (matrice SWOT) Quelles sont les conditions matérielles minimales nécessaires pour débuter votre activité ? Selon vous, quel critère est important pour déterminer si une zone est accessible et exploitable: Pente, distance au débarcadère / au chemin ? Quelles sont les zones qui vous semblent exploitables sur la carte des îles ? (montrer carte) De quelles connaissances complémentaires auriez vous besoin pour faire votre choix de vous installer sur les îles (accessibilité, potentiel productif, teneur en huile des cocos, etc…) ?
	Conclusion	Nous arrivons sur la fin de l'entretien, avez-vous des questions ou d'autres points que vous aimeriez aborder ? Je vais couper l'enregistrement, je vous remercie pour le temps que vous nous avez accordé. Avant de se quitter, auriez-vous des documents complémentaires ou d'autres contacts à nous suggérer sur le sujet ?

ANNEXE 17 : EXTRAIT DE LA RETRANSCRIPTION DE L'ENTRETIEN AVEC BRIONESPACE VERT

Non disponible pour cause de confidentialité.

ANNEXE 18 : TABLEAU DES SURFACES TERRIERES ET DES HAUTEURS MOYENNES PAR PLACETTE

Placette	Surface terrière (m²)	Hauteur moyenne (m)
R1	26	12,85
R2	12	15,05
R3	20	15,14
R4	18	9,86
R5	15	10,61
R6	24	13,66
R7	21	12,09
R8	15	12,09
J1	15	13,23
J2	18	8,89
J3	25	15,99
J4	21	14,28
J5	16	20,85
J6	24	15,93
J7	25	19,16
J8	15	21,95
J9	21	16,27
J10	30	10,13

ANNEXE 19 : TABLEAU DU CALCUL DU COEFFICIENT DE FORME DU COCOTIER

Identifiant du cocotier	Circonférence à hauteur de poitrine (cm)	Circonférence à la cime (cm)	Coefficient de forme
R8C	77	65	0,84
R5C	95	60	0,63
R4C	75	62	0,83
R1C	89	60	0,67
J6C	90	69	0,77
J3C	68	61	0,90
J2C	63	56	0,89
J1C	69	59	0,86
J7C	93	55	0,59

ANNEXE 20 : PHOTOGRAPHIES DES ECHANTILLONS DE NOIX DE COCO PESES

Photo 1 : Lot de 3 noix de coco entières (verte, brune sur pied et brune au sol)

Photo 2 : Lot de 3 noix de coco décortiquées (verte, brune sur pied et brune au sol)

Photo 3 : Séparation de l'albumen de la coque

Photo 4 : Albumen et bourre étalés sur une plaque de l'étuve

Photo 5 : Mise à l'étuve d'un lot d'albumen et de chair

Photo 6 : Comparaison de l'albumen d'une noix verte « fraîche » (haut) et « mûre » (bas)

Photo 7 : Noix de coco germée (avec ébauche foliaire et haustorium)

Photo 8 : Albumens de noix brunes moisis

ANNEXE 21 : TABLEAU DE L'APPRECIATION VISUELLE DES NOIX DE L'ÎLE ROYALE ET DE L'ÎLE SAINT-JOSEPH

Île	Critère	Type de noix	Etat	Nombre de placette	Pourcentage
Royale	Productivité	Noix mature	Bon	0	0 %
			Moyen	5	62,5 %
			Mauvais	3	37,5 %
		Noix immature	Bon	0	0 %
			Moyen	5	62,5 %
			Mauvais	2	25 %
	Apparence	Noix mature	Bon	5	62,5 %
			Moyen	3	37,5 %
			Mauvais	0	0 %
		Noix immature	Bon	5	62,5 %
			Moyen	2	25 %
			Mauvais	0	0 %
Saint-Joseph	Productivité	Noix mature	Bon	2	20 %
			Moyen	6	60 %
			Mauvais	2	20 %
		Noix immature	Bon	1	10 %
			Moyen	6	60 %
			Mauvais	3	30 %
	Apparence	Noix mature	Bon	7	70 %
			Moyen	3	30 %
			Mauvais	0	0 %
		Noix immature	Bon	7	70 %
			Moyen	3	30 %
			Mauvais	0	0 %

ANNEXE 22 : PHOTOGRAPHIES DE L'ETAT NUTRITIONNEL ET PHYTOSANITAIRE DES COCOTERAIES DES ILES

Photos 1 et 2 : Cocotiers productifs en carence de potassium sur les placettes J1 et J10

Photo 3 : Stipe recouvert de mousse

Photo 4 : Galerie de termite sur un stipe de cocotier

Photos 5 à 8 : Stipes attaqués par *Eupalamides sp.*

Photos 9 et 10 : Couronnes foliaires de cocotiers attaqués par *Brassolis sophorae*

ANNEXE 23 : CARTE DE LA LOCALISATION DES MANGUIERS SUR L'ÎLE ROYALE

Carte de la localisation des manguiers sur l'île Royale

Légende

Autres espèces végétales
- Manguier

Auteur : VALADE Laurine, juin 2023

ANNEXE 24 : RAPPORT D'ENQUETES

Non disponible pour cause de confidentialité.

ANNEXE 25 : FICHES TECHNIQUES DES PROCESSUS DE VALORISATION DES DECHETS VERTS

- Fiche technique du compostage

Le compostage est un processus biologique de transformation aérobie (en présence d'oxygène) de substrats organiques fermentescibles (feuilles mortes, tonte d'herbes, résidus d'élagage…) qui s'accompagne d'un dégagement de chaleur et de gaz, essentiellement du gaz carbonique si l'aération est suffisante. Ce processus permet d'obtenir du compost, une matière fertilisante stabilisée riche en éléments minéraux ainsi qu'en substances humiques et pré-humiques. Le compost issu de ce processus permet d'amender les sols en améliorant leur structure et leur fertilité (ADEME, 2015).

Le processus de compostage s'étale sur plusieurs mois et se découpe en plusieurs phases chronologiques, en lien avec le dégagement de chaleur dû à l'activité des microorganismes : la phase de fermentation, elle-même composée des phases mésophile, thermophile et de refroidissement, et la phase de maturation. La phase de fermentation, correspondant à la phase de montée en température, dure généralement quelques semaines. La réussite de cette phase repose sur les conditions suivantes : un mélange adapté des matières fermentescible (rapport C/N initial de l'ordre de 30 et porosité permettant une aération suffisante), une humidité initiale proche de 60 % et le maintien d'une aération suffisante et régulière. La phase de maturation, quant à elle, peut durer plusieurs mois et permet de stabiliser la matière organique sous forme de composés humiques (ADEME, 2015).

Dans le cadre du projet, le compostage est effectué pour les tas de broyat de cocos vertes et brunes, de palmes et d'autres déchets verts frais. Ces derniers sont rassemblés dans une zone de compostage à ciel ouvert sur l'Île Royale et sur Saint-Joseph. Ces zones peuvent être les mêmes que celles de stockage définitif des biodéchets, mais cela reste à négocier avec le Cnes et l'association Agamis. Les déchets broyés sont disposés en andains triangulaires ou tabulaires (cf. Figure 15) d'une hauteur maximale d'1 mètre 80 et d'une largeur de 3 mètres afin de faciliter leur retournement manuel. Comme le montre la Figure 16, les andains sont, dans la mesure du possible, construits en « lasagnes » en superposant des couches de broyat de déchets verts (herbes, palmes vertes, cocos vertes…) et de déchets bruns (feuilles, paille, cocos brunes…). Le retournement des andains est réalisé périodiquement à l'aide d'une fourche afin d'assurer une oxygénation suffisante de ces derniers lors de la phase active de fermentation (ADEME, 2015). Les andains sont alors retournés au minimum deux fois durant cette phase : le premier retournement doit être effectué environ 10 jours après la mise en place et le deuxième environ 1 mois après le premier (Triple Performance, 2023). Une fois le compost fermenté et maturé, il est conseillé de le stocker sous hangar ou sous une bâche afin de le protéger des intempéries (ADEME, 2015). Ce compost mature peut être mis à disposition des agents d'entretien des espaces verts ainsi qu'aux porteurs de projet pour amender les cocotiers.

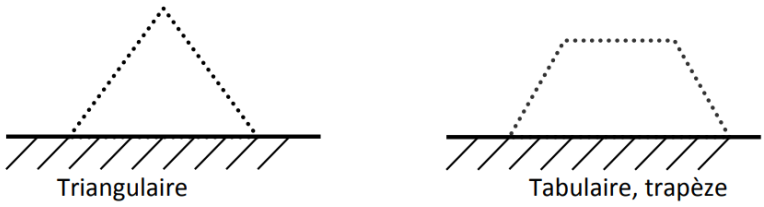


Figure 15 : Forme des andains pour un compostage à ciel ouvert (ADEME, 2015)

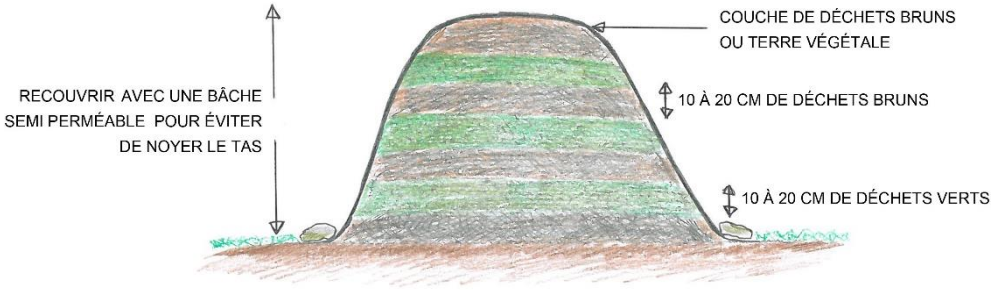


Figure 16 : Constitution d'un andain en « lasagnes » (Desjardins Inspirations, 2021)

- Fiche technique du paillage

Le paillage est une technique culturale qui consiste à recouvrir le sol de matière, le plus souvent organique, afin de protéger et nourrir le sol. En effet, le paillis, également appelé mulch, possède de nombreux bienfaits : il maintient le sol humide en régulant sa température et en ralentissant l'évaporation de l'eau, il l'enrichi le sol en matière organique au fur à mesure de sa décomposition, il permet d'éviter le phénomène de battance ou encore il freine le développement des adventices. Le schéma en Figure 17 illustre le principe du paillage.

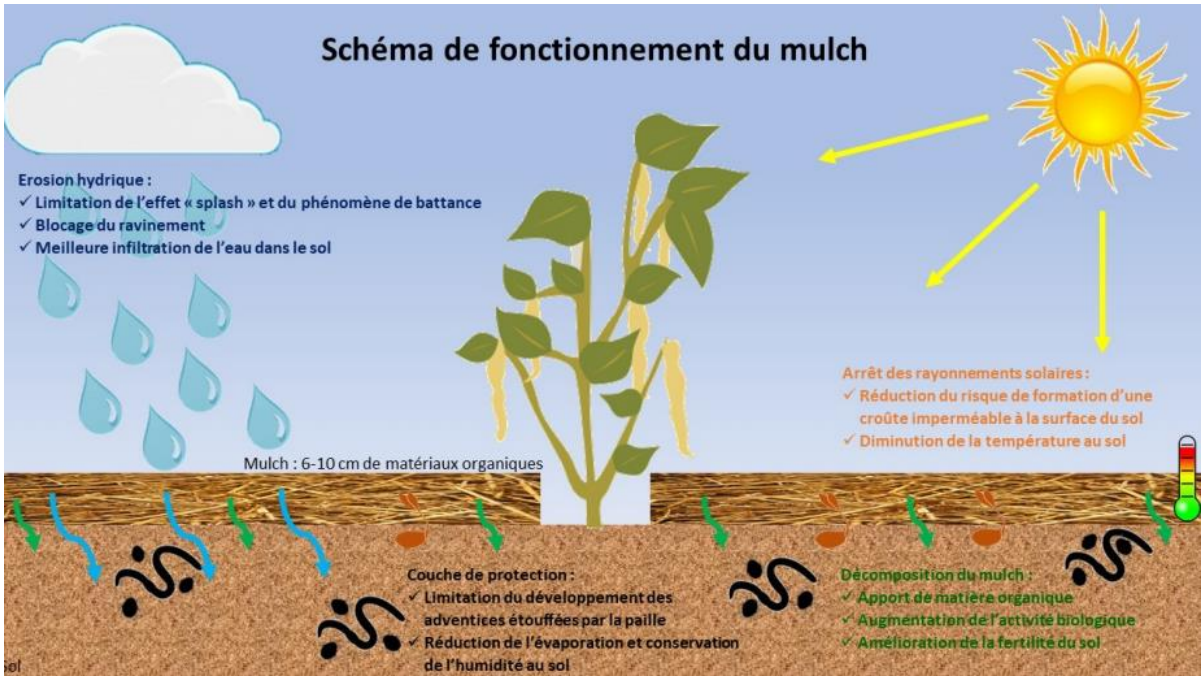


Figure 17 : Schéma du principe de fonctionnement du paillage (Le Guen M.E., 2019)

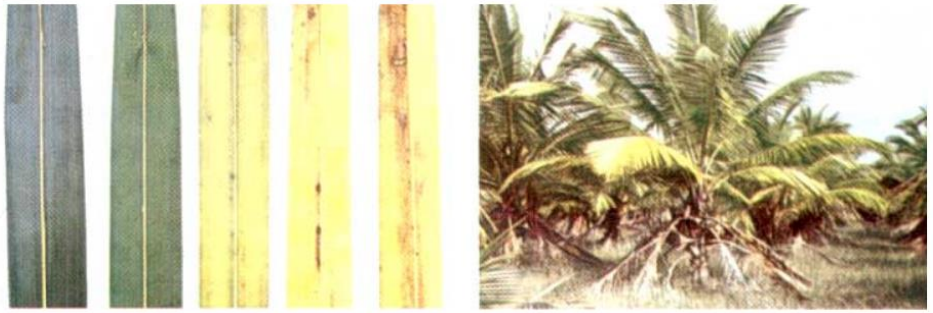
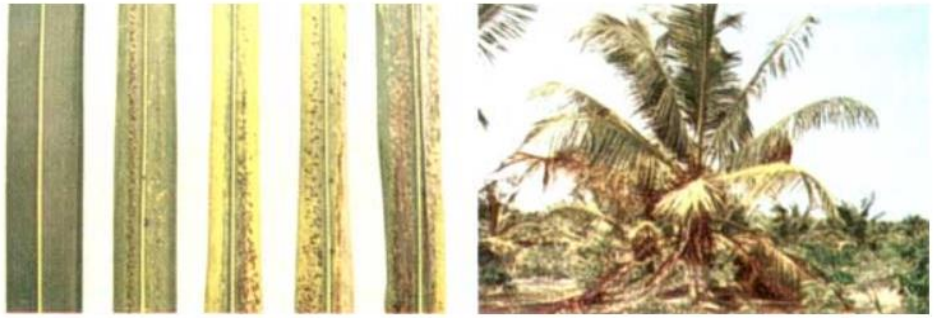
Pour être optimal, le paillis doit :

- Avoir une décomposition suffisamment ente pour couvrir le sol pendant la saison pluvieuse, soit 4 à 6 mois ;
- Être dense pour ne pas être emporté par le vent et le ruissellement ;
- Ne pas dépasser 10 cm d'épaisseur s'il est frais et 20 cm s'il est sec.

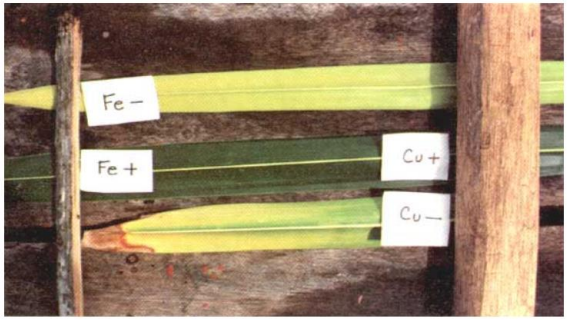
Le broyat de stipes et de coques issu de l'entretien des espaces verts constitue un excellent paillage qui a déjà fait ses preuves aux alentours des chemins sur les îles. L'application de ce paillage est donc à poursuivre en le généralisant à l'ensemble des bordures de chemins ainsi qu'aux pieds des cocotiers exploités.

ANNEXE 26 : PRINCIPALES CARENCES EN ELEMENTS NUTRITIFS DES COCOTIERS

Source : De Taffin G., 1993

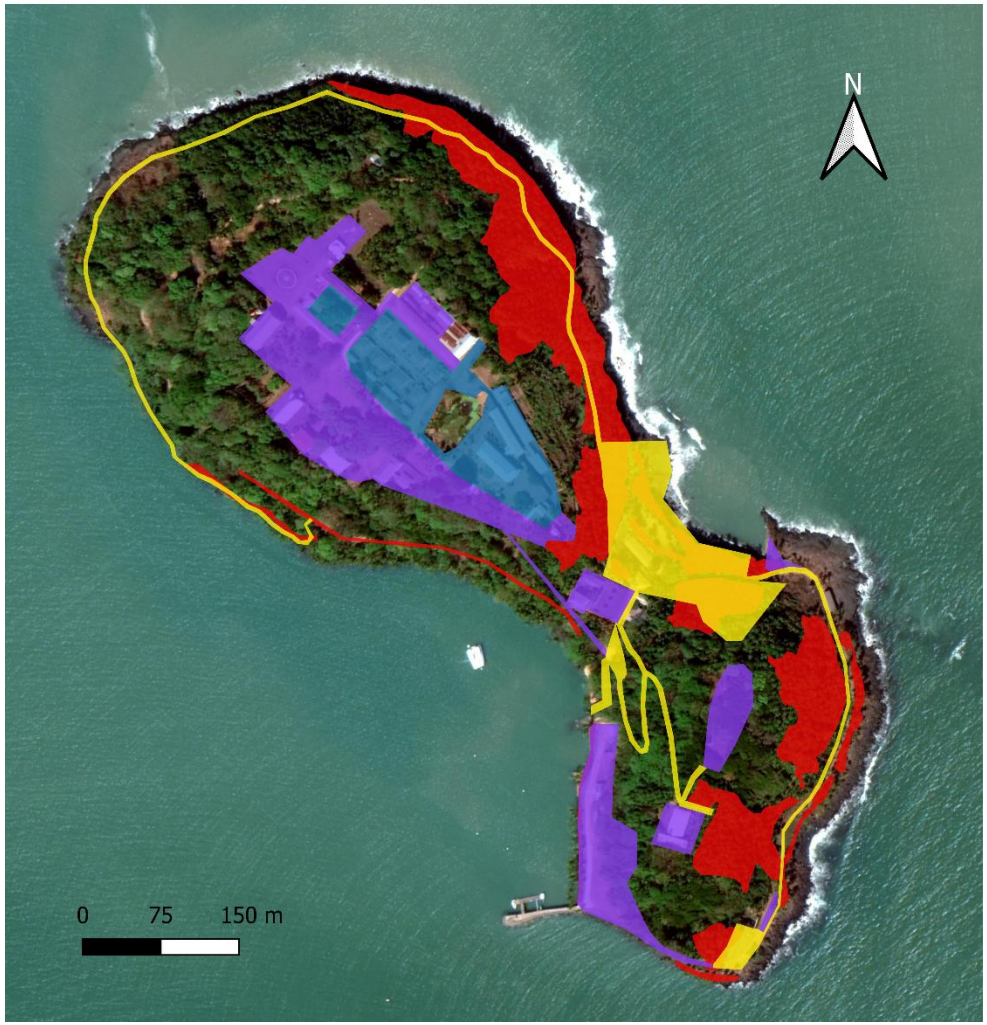
Élément manquant	Symptômes	Conséquences	Traitement
Azote	Décoloration uniforme du feuillage qui devient vert pâle puis jaunâtre (voir jaune-or)	Risque de nanisme et développement d'un stipe en pointe de crayon portant des palmes peu nombreuses et courtes	Ammonitrate (400 g pour les plants de moins de 2 ans et 1 kg pour les plants plus âgés)
			
Potassium	Tâches de couleur rouille avec jaunissement des folioles et bande centrale verte	Croissance réduite, stipe mince et palmes courtes	Chlorure de potassium à 60 % (1.5 kg pour plantes de moins de quatre ans et 2.4 kg pour les plants plus âgés tous les 6 mois)
			

Magnésium	Décoloration jaune à rouge des extrémités des folioles des palmes les plus âgées (accentuation par l'exposition au soleil)	Nécrose de l'extrémité des folioles (décoloration rouge brun)	Sulfate de magnésium ou magnésie soluble (10 ml par cocotier tous les 6 mois)
Bore	Folioles plus courtes que la normale avec une décoloration jaune à jaune orangé de la nervure. Folioles terminales soudées en forme de « baïonnettes ». Bases pétiolaires des palmes sans folioles. Flèche fortement raccourcie. Jeunes feuilles pouvant être réduites à un embryon de rachis sans foliole	Cocotier représenté uniquement par un bourgeon central bulbeux ne se développant plus et entouré de quelques bases pétiolaires sans folioles. Peut aller jusqu'à la mort du cocotier.	Borate de sodium à 12 % (50 g tous les 6 mois)

Cuivre	Courbure accentuée du rachis des plus jeunes feuilles. Jaunissement et dessèchement de l'extrémité des jeunes feuilles (auréoles brunes et jaunes)	Emission de nouvelles feuilles courtes et déformées. Aspect chétif du cocotier	
			
Fer	Jaunissement progressif de l'ensemble de la foliole en bandes longitudinales parallèles aux nervures (pas uniforme comme celle en azote)	Feuille complétement jaune à un stade avancé	Sulfate de fer (30 g tous les 6 mois)

ANNEXE 27 : CARTES DE LA REPARTITION DES NOUVELLES ZONES D'ENTRETIENS DES ÎLES DU SALUT

Carte de la répartition des nouvelles zones d'entretien de l'île Royale



Légende

Répartition des zones d'entretien
- Zone des porteurs de projet
- Zone de Sodexnet
- Zone de l'auberge
- Zone du RSMA

Auteur : VALADE Laurine, août 2023

Carte de la répartition des nouvelles zones d'entretien de l'île Saint-Joseph

Légende

Répartition des zones d'entretien
- Zone des porteurs de projet
- Zone des légionnaires

Auteur : VALADE Laurine, août 2023

ANNEXE 28 : TABLEAU DES DIFFERENCES PHYSIQUES ENTRE NOIX MURE ET FRAICHE

Source : Douthe M.-L., 2007

Caractéristique physique	Noix fraîche (6 à 9 mois)	Noix mûre (11 à 14 mois)
Densité	Plus importante	Plus faible
Peau	Couleur verte	Couleur brune à 11 mois, jaune orange, vert
Bourre	Aspect compact, couleur blanchâtre	Aspect léger, spongieux, couleur brune
Albumen	Faible épaisseur, gélatineux, blanchâtre	Plus épaisse, dure et blanchâtre
Eau de coco	Plus importante en volume, claire	Peu importante en volume et d'aspect plus gras après la récolte
Coque	Tendre et beige	Plus épaisse, dure, couleur brune

ANNEXE 29 : PETIT GUIDE DE PRATIQUES ANTIEROSIVES

Source : Valade L., 2021

LUTTE CONTRE L'ÉROSION DES TERRES AGRICOLES À MAYOTTE

FICHES TECHNIQUES

PETIT GUIDE DE PRATIQUES ANTIÉROSIVES

istom
ÉCOLE SUPÉRIEURE D'AGRO-DÉVELOPPEMENT INTERNATIONAL

mzé
udza mipango

PROPOSÉ PAR
LAURINE VALADE
ÉTUDIANTE INGÉNIEURE EN AGRO-DÉVELOPPEMENT (ISTOM)
STAGIAIRE CHARGÉE DE PROJET EN AROFORESTERIE (M'ZÉ CONSEIL)

Juillet 2021 - Mamoudzou (Mayotte)

L'ÉROSION À MAYOTTE

C'EST QUOI ?

L'érosion des sols à Mayotte résulte de l'impact des fortes pluies tropicales sur des sols peu ou pas protégés. La forte pression anthropique tend à accélérer le phénomène d'érosion : extension plus ou moins contrôlée de l'urbanisation, déforestation, transformation de l'agriculture d'un mode extensif (le jardin mahorais) vers une monoculture laissant les sols sans protection.
Cette érosion représente une menace environnementale grandissante sur le l'île en ayant des conséquences sur le milieu agricole (stérilisation des surfaces cultivées et baisse de la production), sur le milieu urbain (déstabilisation du bâti, augmentation du coût d'entretien des infrastructures, détérioration des réseaux) et sur le lagon (destruction des écosystèmes côtiers, diminution des ressources halieutiques).

PROGRAMME & ACTEURS CLÉS

Le projet LESELAM (Lutte contre l'Érosion des Sols et l'Envasement du Lagon à Mayotte) a été créé pour mieux comprendre, prévenir et remédier à ces problèmes d'érosion des sols à Mayotte. Financé par l'Union européenne dans le cadre du FEADER, il s'inscrit dans le cadre de la Feuille de Route Erosion à Mayotte. Il vise d'une part à comprendre les phénomènes qui conduisent à l'érosion des sols et d'autre part à sensibiliser les populations, élus, associations à adopter des techniques limitant au maximum les pertes de sols, tant en milieu urbain qu'en zone agricole.

PUBLIC VISÉ & OBJECTIFS

Ce petit guide de pratiques antiérosives est né d'un constat simple: la majorité des agriculteurs mahorais ne sont pas sensibilisés aux problématiques actuelles de l'érosion sur l'île.

Cet ouvrage de vulgarisation est destiné à un public de techniciens agricoles et d'agriculteurs mahorais. L'objectif général est de présenter trois exemples de pratiques culturales et aménagements pouvant être appliqués par les agriculteurs pour limiter l'érosion des terres agricoles à Mayotte.

Les techniques et les pratiques antiérosives expliquées dans ce guide sont celles identifiées comme susceptibles d'être mises en œuvre par les agriculteurs tant en termes de technicité qu'en termes de coûts de réalisation.

FICHE TECHNIQUE N°1

AMÉNAGEMENT DE LA PENTE EN LIGNE DE COURBE: MÉTHODE DU "NIVEAU ÉGYPTIEN"

COURBE DE NIVEAU

Une courbe de niveau est une ligne imaginaire formée par les points du relief situés à la même altitude. C'est aussi la ligne d'intersection d'un plan horizontal avec le relief du terrain. En plus de donner une idée de la forme du terrain, l'espace entre ces courbes, appelé l'équidistance, va nous permettre de connaître le pourcentage de la pente.

NIVEAU ÉGYPTIEN

Le niveau égyptien est un outil permettant de mesurer la différence de niveau entre deux points. Il s'agit d'un cadre triangulaire fait de matériaux locaux comme du bois ou du bambou cloué ou attaché ensemble sous la forme de la lettre majuscule « A ». Un fil à plomb, situé de son sommet à sa base, permet d'indiquer que deux points sont d'aplomb quand le cadre est étalonné et le fil centré.

PRINCIPE GÉNÉRAL

La **culture en courbes de niveau** est une pratique agricole consistant à labourer et/ou à planter sur une pente suivant les courbes de niveau d'élévation afin de **prévenir l'érosion du sol**. En effet, ces courbes de niveau créent une **rupture de pente** qui réduit la vitesse de l'eau, limitant la formation de ravines et rigoles lors d'un ruissellement important ; ce qui est une cause majeure de l'érosion du sol. La rupture de pente favorise l'irrigation uniforme des fossés, ce qui permet d'augmenter la quantité en eau et en nutriments disponibles pour le sol et les cultures plantées.

Le traçage des lignes de niveaux va servir de guide dans la mise en place de **barrières antiérosives** (haies vives ou fascines en bois), ou tout simplement permettre d'organiser les lignes de cultures pour limiter au maximum l'érosion des sols. Etant un élément central de la mise en place d'un terrassement, la **précision du traçage** est primordiale pour garantir l'efficacité des barrières.

Schéma d'un niveau égyptien

Plusieurs outils et techniques peuvent être utilisées dans le repérage des courbes de niveaux: le niveau laser, le niveau GPS, le niveau à eau ou le **niveau égyptien**. Cette dernière technique, détaillée dans cette fiche, est relativement précise, simple d'utilisation, et peu onéreuse ; elle peut être confectionnée avec du matériel accessible dans les champs par les agriculteurs.

03

MISE EN ŒUVRE

CONSTRUCTION DU CADRE EN "A"

MATÉRIEL

- 3 bâtons droits (en bois ou en bambou) : 2 de 2 m de long + 1 de 1 m de long
- Ficelle, crayon, scie, mètre linéaire ou règle
- Pierre ou morceau de métal arrondi

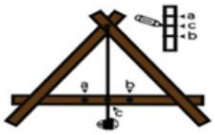
ÉTAPES

ÉTAPE 1 : RÉALISATION DU CADRE EN A

- Disposez les bâtons au sol pour former la lettre « A »
- Attachez les deux bâtons de 2 mètres ensembles par l'une de leurs extrémités à l'aide d'une ficelle.
- Attachez les extrémités du bâton de 1 mètre au milieu des deux autres bâtons à l'aide d'une ficelle.
- Attachez une ficelle de 1,5 mètres au sommet du triangle qui va pendre en dépassant légèrement la troisième tige et découpez la ficelle afin qu'elle dépasse la barre latérale de 10 cm.
- Attachez en bout de ficelle une pierre ou morceau de métal suffisamment lourd pour maintenir la ficelle tendue.

ÉTAPE 2 : GRADUATION DE LA TIGE CENTRALE

- Posez le cadre sur une surface plane et placez un repère au sol au niveau de chaque pied. Marquez la position d'équilibre (a) de la ficelle sur la tige horizontale du cadre.
- Inversez les pieds du cadre en veillant à les replacer sur les repères au sol et attendez que la ficelle retrouve son point d'équilibre. Marquez la nouvelle position d'équilibre (b) de la ficelle.
- Définissez le repère d'horizontalité : marquez le point d'équilibre sur la tige horizontale à équidistance entre le point (a) et (b).
- Vérifiez le repère d'horizontalité en déplaçant un pied jusqu'à ce que la corde pende au niveau du point (c). Placez un repère au sol au niveau de chaque pied et inversez les pieds du cadre. Si la ficelle pend à nouveau sur le point (c) cela signifie que le cadre en A est de niveau et que le repère d'horizontalité est précis.



MISE EN ŒUVRE

UTILISATION DU NIVEAU ÉGYPTIEN

MATÉRIEL

- Cadre en "A"
- Piquets en bois taillés en pointes
- Marteau

ÉTAPES

ÉTAPE 1 : PRÉPARATION DU TERRAIN

Coupez les mauvaises herbes et enlevez tout élément pouvant gêner le traçage

ÉTAPE 2 : TRAÇAGE

- Débutez le traçage en haut de la parcelle en partant d'un bord du champ
- Repérez le point de départ avec un piquet de marquage
- Positionnez la première tige du cadre au niveau du premier piquet et faites pivoter la deuxième tige du triangle de manière à ce que la ficelle verticale se place sur le repère d'horizontalité (c)
- Placez un deuxième piquet de repère à l'endroit de la deuxième tige lorsque la ficelle s'est stabilisée
- Continuez la procédure tout au long de la ligne jusqu'à atteindre l'autre côté du champ
- Réitérez l'opération sur toutes les lignes

CHOIX DE LA DISTANCE INTER-COURBE

La distance entre les courbes de niveaux, appelée l'équidistance, varie selon la pente. Plus la pente est forte, plus les courbes devront se resserrer et donc diminuer l'équidistance. Il existe trois types de courbes: les courbes maîtresses, les courbes normales et les courbes intercalaires. Les courbes maîtresses sont généralement séparées de 4 courbes normales qui sont elles-mêmes séparées par une courbe intermédiaire afin de faciliter l'appréciation générale du relief.

Pente	Distance entre 2 courbes maîtresses
15 %	14 à 15 m
30 %	10 à 11 m
50 %	9 m

Source : Bougere J.&al.-1989 ; Protection contre l'érosion à la Réunion

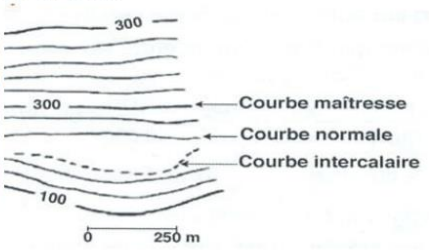
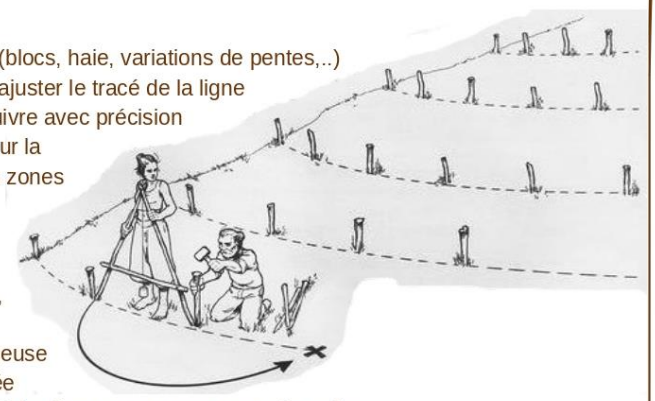


Schéma des 3 types de courbes de niveau

MISE EN ŒUVRE

UTILISATION DU NIVEAU ÉGYPTIEN

REMARQUES



Des obstacles/irrégularités de terrain (blocs, haie, variations de pentes,..) peuvent apparaître, nécessitant de réajuster le tracé de la ligne de niveau avec le risque de ne pas suivre avec précision la ligne d'isoaltitude. Ces déviations sur la ligne de niveaux peuvent générer des zones de concentration du ruissellement. Pour cette raison, la rigueur sur le traçage de la ligne de niveau est primordiale. Afin d'éviter ce problème, il est nécessaire de débuter l'opération par une observation minutieuse de l'ensemble de la parcelle concernée par le traçage. Ceci permet de redéfinir les lignes par rapport aux obstacles.

INTÉRÊTS & LIMITES

✓	✗
• Simple à mettre en œuvre • Faible coût de réalisation	• Chronophage • Nécessite de la main-d'œuvre • Pénibilité du travail (selon les niveaux de pente)

06

FICHE TECHNIQUE N°2

AMÉNAGEMENT DE LA PENTE EN TERRASSES PROGRESSIVES

PRINCIPE GÉNÉRAL

TERRASSES PROGRESSIVES

LES PENTES À MAYOTTE

Selon la DAAF SISE, 80% des parcelles agricoles à Mayotte se situent en pente dont 36% sur des pentes de plus de 15%. Face à ce constat, terrasser le versant apparaît comme un aménagement envisageable qui permettrait une augmentation de la productivité des terres et faciliterait l'accès et les conditions de travail des travailleurs agricoles mahorais. Cependant, le terrassement d'un versant représente un chantier lourd et couteux qui réduirait considérablement l'espace de culture disponible, déjà restreint à 0,45 ha en moyenne par exploitant.

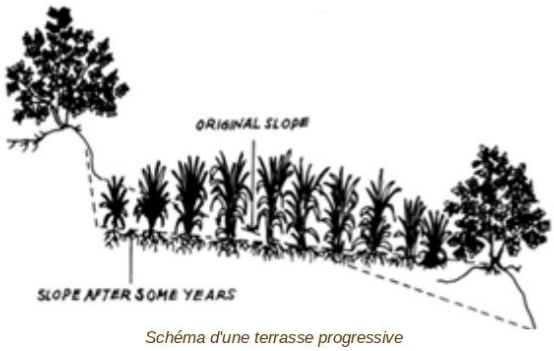
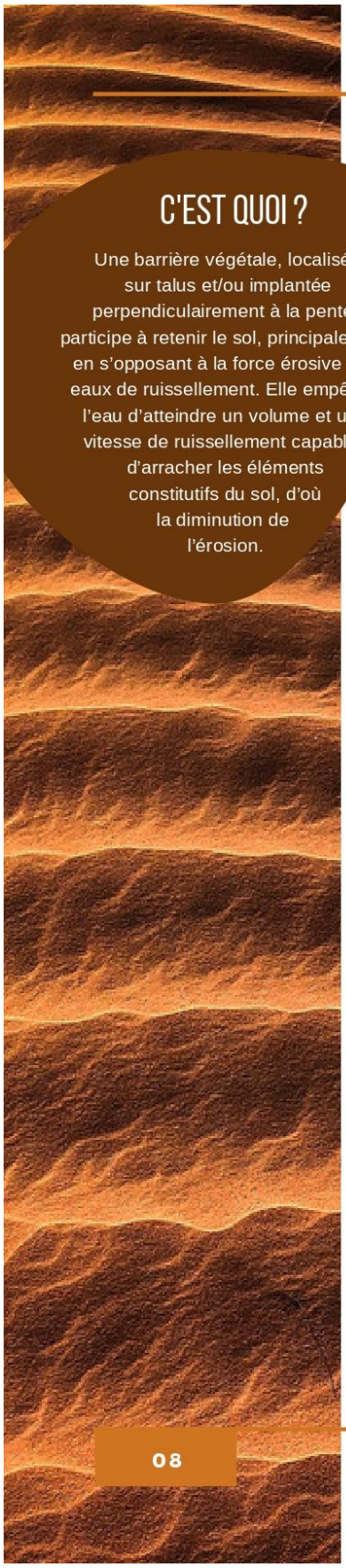


Schéma d'une terrasse progressive

Une alternative au terrassement est l'aménagement de terrasses progressives. Ces dernières se construisent d'elles-mêmes grâce au dépôt progressif de matériaux entraînés par le ruissellement de l'eau sur la parcelle, retenus par une barrière mise en place en travers de la pente, suivant les courbes de niveau. Le versant se remodèle progressivement et les barrières implantées permettent de réduire la vitesse de ruissellement, les pertes de sols et contribuent ainsi la conservation des sols, de l'eau et des nutriments (E. ROOSE, 2006). Avec les sédiments qui s'accumulent devant ces micro barrages perméables et les terres poussées par les techniques culturales se construisent des talus qui peuvent atteindre 1 mètre de haut en 4 à 10 ans (E. ROOSE, 2006). Progressivement, des terrasses moins pentues que la pente initiale se forment entre ces talus.

07



C'EST QUOI ?

Une barrière végétale, localisée sur talus et/ou implantée perpendiculairement à la pente, participe à retenir le sol, principalement en s'opposant à la force érosive des eaux de ruissellement. Elle empêche l'eau d'atteindre un volume et une vitesse de ruissellement capables d'arracher les éléments constitutifs du sol, d'où la diminution de l'érosion.

BARRIÈRES VÉGÉTALES

TYPE DE BARRIÈRES

Parmi les différents types de barrières existant, les plus adaptées au contexte mahorais semblent être les **haies vives** et les **fascines**. Les haies vives, bandes végétales de plantes pérennes, représentent le type de barrière le moins coûteux et le moins exigeant en main d'œuvre (FAO, 2011). Les fascines, fagots de branchages disposés perpendiculairement à la pense, sont quant à elles déjà utilisées par les agriculteurs mahorais pour leur efficacité immédiate.

HAIES VIVES

Outil clé de la biodiversité, les haies en bordure de parcelles permettent notamment d'abriter des animaux auxiliaires de cultures, de lutter contre l'érosion des sols, d'améliorer la qualité et l'infiltration de l'eau dans le sol. Larges de 0.5 à 3 mètres, les haies vives couvrent la surface du sol et stabilisent les talus par le biais de leur réseaux racinaire profond et dense retenant les masses de terre lessivées par l'écoulement des eaux. En plus de casser la capacité érosive du ruissellement, les haies vives favorisent l'infiltration des eaux de surface et jouent un rôle de filtre en dégradant les pesticides.

FASCINES

Dans des conditions de fortes pentes avec des départs de terres importants, l'installation d'une haie peut être inadaptée compte tenu du temps de développement nécessaire pour acquérir son effet barrière. Dans ce contexte, la mise en place d'une fascine en bois dont l'efficacité est immédiate peut s'avérer judicieux. Ainsi, sur les pentes supérieures à 30% (FAO, 2011), les bandes végétales pourraient être renforcées par des fascines ; assemblage de bois, de branchages et de résidus de cultures entreposés horizontalement entre deux lignes de pieux, formant ainsi une seconde barrière végétale.

DISPOSITION SPATIALE

Les barrières végétales seront disposées perpendiculairement à la pente en suivant les courbes de niveau préalablement établies selon la méthode du « niveau égyptien » (fiche technique n°1). Le tableau ci-dessous indique les distances préconisées par la FAO entre les courbes normales.

Pente (%)	50	30	20
Distance (m)	4	7	9

Source : FAO, 2011

08

MISE EN ŒUVRE

HAIE VIVE: EXEMPLE DE L'ANANAS

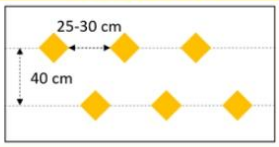
L'ANANAS

L'ananas est une culture possédant un système racinaire développé qui tolère des sols de mauvaise qualité agronomique. Densément planté (prévoir 40 à 50 cm entre les plants), il permet l'infiltration d'une partie des eaux de ruissellement et retient la terre en se développant en touffes serrées. La plantation d'ananas limite donc l'érosion tout en valorisant une production fruitière.

Remarque: L'ananas peut être remplacé par du vétiver ou de la citronnelle.

MODALITÉS DE PLANTATION

Technique: Bouturage
Fertilisation: Apport de fumure + solution pulvérisée sur les feuilles jusqu'à la floraison
Disposition spatiale: Suivant les courbes de niveaux

Pente	Faible (< 15 %)	Forte (> 15 %)
Disposition spatiale		

ÉTAPES DE PLANTATION

ÉTAPE 1: CHOIX DES REJETS

Prélevez les rejets sur un plant-mère sain pour éviter d'apporter des maladies sur la parcelle, en choisissant de préférence les cayeux aériens qui sont les mieux développés.

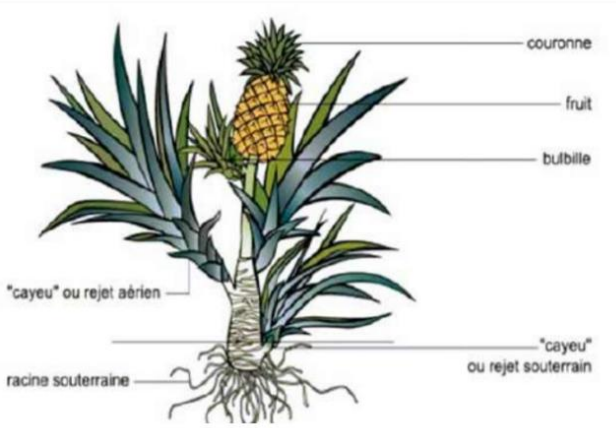


Schéma d'un plant-mère d'ananas

MISE EN ŒUVRE

HAIE VIVE: EXEMPLE DE L'ANANAS

ÉTAPE 2 : PRÉPARATION DES REJETS

- Exposez les rejets au soleil pendant 2 à 3 jours afin d'éliminer les parasites éventuels
- Procédez au parage des rejets en supprimant les écailles et les racines de la base du rejet pour faire ressortir les « nodules »

Photographie de rejets d'ananas exposés au soleil

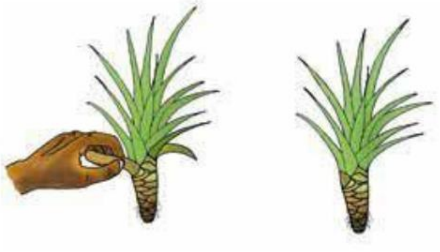


Schéma du parage d'un rejet d'ananas

ÉTAPE 3: PLANTATION DES REJETS

- Enfoncez une machette dans le sol pour réaliser un trou d'environ 15 cm de profondeur
- Enfoncez le rejet dans le trou puis arrosez abondamment

POINTS DE VIGILANCE

L'architecture du plant d'ananas agit comme un entonnoir en concentrant l'eau de pluie au pied du plant. Il est donc primordial d'installer un paillage pour éviter l'organisation linéaire du filet d'eau.

INTÉRÊTS & LIMITES

✓	✗
• Favorise l'infiltration par la réduction de la vitesse d'écoulement • Favorise la sédimentation des particules de terres riches en matière organique en amont de la fascine • Production fruitière	• Nécessite du temps de travail et de la main d'œuvre • Demande une forte quantité de rejets d'ananas (coût important) • Nécessite un entretien régulier (sarclage au pied des plants difficile)

MISE EN ŒUVRE

FASCINES: EXEMPLE DE FASCINE EN BOIS

LA FASCINE EN BOIS

La fascine en bois est un aménagement linéaire constitué de branchages. Positionné en travers du ruissellement, il constitue un obstacle perméable qui freine l'eau. Les fascines dont il est question dans ce document sont des fascines en caisson, c'est-à-dire qu'elles sont constituées de 2 rangées de pieux (piquets) entre lesquelles on a amassé des branchages de façon à constituer un "fagot". On distingue les fascines dites mortes dont tous les constituants sont en bois mort (pieux et fagot) des fascines dites vivantes qui comporte au moins un élément vif: soit les pieux, soit des tiges piquées autour du fagot.

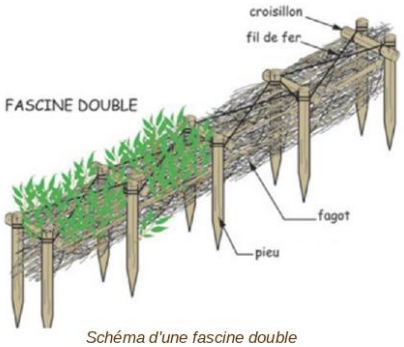


Schéma d'une fascine double

MODALITÉS DE MISE EN PLACE

Disposition spatiale: Suivant les courbes de niveaux
Caractéristiques des piquets: Longilignes avec une des extrémités taillée en pointe d'environ 15 cm (à ajuster selon la dimension du piquet)

Dimension fascine	Diamètre des piquets	Hauteur des piquets	Distance entre les piquets
Grande dimension	8-10 cm	1-1,5 m	2-3 m
Petite dimension	3-5 cm	0,5-1 m	0,3-1 m

ÉTAPES

ÉTAPE 1: IMPLANTATION DES PIQUETS

- Positionnez vous au bord de la ligne de niveau
- Enfoncez verticalement un tiers du piquet à l'aide d'un marteau
- Vérifiez l'ancrage au sol du piquet en exerçant une pression horizontale avec la main

Remarque: Les piquets peuvent être associés et/ou remplacés par des arbustes, tels que l'Avocat marron (M'zavoca maro), le Pignon d'Inde (M'tsumu) ou le Moringa (M'vunge), connus pour leur facilité d'implantation. En plus d'être d'avantage résistants que les pieux morts à long terme, les pieux vivants permettent la production de paillage ou de fourrage pour le bétail.

MISE EN ŒUVRE

FASCINES: EXEMPLE DE FASCINE EN BOIS

ÉTAPE 2 : DISPOSITION DU BOIS TRANSVERSAL

Facteurs d'influence

- Les caractéristiques des fagots de bois varient en fonction du ruissellement
- La hauteur de la fascine est à ajuster aux conditions de l'érosion

Types de cas	Faible ruissellement	Fort ruissellement
Attaches du fagot	Non nécessaire	Nécessaire: Chaque branche doit être nouée aux piquets avec une ficelle de maçon ou une corde en fibre de coco
Dimensions du bois transversal	Diamètre: Peu importe Longueur: Ajustée aux écartements des piquets	Diamètre: 2 à 3 cm Longueur: 2 à 3,5 m

Remarque: L'attache du bois se fait progressivement en partant de la base du pieu.

POINTS DE VIGILANCE & ENTRETIEN

Avec le temps, l'accumulation de sédiment peut être importante et la fascine peut se dégrader. Il est donc nécessaire de veiller à l'entretien régulier du dispositif de sorte à ce qu'il soit en capacité de supporter la pression exercée par les sédiments cumulés en amont de la fascine. Pour pérenniser la barrière à l'écoulement de l'eau, le dispositif peut être renforcé par l'implantation de haies vives. Ces derniers peuvent prendre le relais après la dégradation de la fascine.

INTÉRÊTS & LIMITES

✓

- Favorise l'infiltration par la réduction de la vitesse d'écoulement
- Favorise la sédimentation des particules de terres
- Action immédiate

✗

- Nécessite du temps de travail et de la main d'œuvre
- Demande une forte quantité de bois pour l'armature de la fascine
- Nécessite un entretien régulier (remplacement de bois)

FICHE TECHNIQUE N°3

COUVERTURE VÉGÉTALE DU SOL

PRINCIPE GÉNÉRAL

COUVERT VÉGÉTAL

Un couvert végétal désigne un ensemble de végétaux recouvrant le sol de manière permanente ou temporaire afin d'améliorer la qualité des sols. Il s'agit d'une pratique agroécologique majoritairement utilisée en agriculture de conservation. Ces conditions qui se retrouvent en milieux forestiers ou en zones de friches permettent une protection optimale du sol. Le maintien d'une couverture permanente du sol de végétation basse permet de limiter l'érosion en augmentant l'infiltration de l'eau dans le sol et en diminuant le ruissellement et les pertes de terre. La restitution des résidus de cultures est également essentielle à la gestion de la fertilité. En plus de participer à la couverture du sol, elle assure un amendement en matière organique fraîche. Sachant que l'accès aux engrais n'est pas garanti à Mayotte, la restitution des résidus de cultures, associée à une mise en jachère dans la rotation culturale, est d'autant plus importante pour un regain de fertilité.

AGRICULTURE DE CONSERVATION

Selon la FAO, l'agriculture de conservation peut être définie comme "un système cultural qui peut empêcher la perte de terres arables tout en régénérant les terres dégradées". Elle prévoit le maintien d'une couverture permanente du sol, un travail du sol minimal et la diversification des espèces végétales. Elle permet d'accroître la biodiversité et stimule les processus biologiques naturels qui ont lieu au-dessus et en dessous de la surface du sol, ce qui contribue à une utilisation plus efficace de l'eau et des nutriments et permet d'améliorer durablement la production végétale

Afin de couvrir le sol, deux principales techniques sont utilisées par les agriculteurs sur l'île : l'intégration de **plantes de couvertures** aux systèmes de culture et le **paillage**.

PLANTES DE COUVERTURES

Les principales plantes de couvertures utilisées à Mayotte sont la courge, la patate douce, le niébé et la braccharia. Sur la zone, certains producteurs associent leurs cultures de banane ou de manioc à de la patate douce ou de la courge, ces dernières étant produites à des fins alimentaires (brèdes et fruit consommés). Cependant, nombreux sont ceux qui ont cessé ces associations dans les dix dernières années, du fait de la baisse de rendement de la courge comme de la patate douce. La mise en place de plantes de couvertures, pour qu'elle présente un intérêt pour les producteurs, doit donc être accompagnée d'une amélioration de la fertilité

PAILLAGE

A Mayotte, certains agriculteurs expérimentés font du paillage dans leurs bananeraies, en laissant les feuilles sèches aux pieds des bananiers. Afin de ne pas constituer de refuge pour les rongeurs, comme le craint une grande partie des exploitants mahorais, l'épaisseur du paillage ne doit pas dépasser 10 cm s'il est frais et 20 cm s'il est sec.

13

MISE EN ŒUVRE

COUVERTURE VÉGÉTALE VIVANTE

OBJECTIFS

Le choix des associations et des successions culturales permet de maintenir un couvert végétal permanent, particulièrement pendant la saison pluvieuse. La couverture du sol par la végétation doit prendre en compte, en premier lieu, les caractéristiques morphologiques des cultures et leurs cycle de développement.

INTÉRÊTS & LIMITES

✓

- Limitation de l'érosion
- Diversification de produits et donc sécurisation des revenus (meilleure répartition des productions)
- Amélioration de la structure du sol
- Réduction du temps de travaux avec une meilleure gestion des adventices (réduction du sarclage)

✗

- Nécessite l'accès à des semences diversifiés
- Technicité: gestion de la fertilité et connaissance des caractéristiques des plantes pour éviter de mauvais choix d'associations et de successions de cultures
- Difficulté de mise en œuvre dans de petites parcelles compte-tenu des prérogatives de commercialisations qui imposent certaines cultures à hautes valeurs commerciales

• ASSOCIATION DES CULTURES : PLANTE DE COUVERTURE

Les associations culturales, à l'inverse des monocultures, associent au sein d'une même parcelle différentes espèces cultivées qui pousseront simultanément. Elles permettent une meilleure occupation de l'espace, une association de plantes qui procureront de l'ombrage pour d'autres, une intégration de plantes répulsives ou pièges à certains ravageurs au sein d'un système, une exploitation racinaire à différentes profondeurs ou une association de plantes peu et plus gourmandes en azote et autres éléments minéraux.

Les cultures à port érigés comme le manioc ou le maïs présentent de bonnes capacités de protection du sol contre les effets de la chute des précipitations. Ils ont cependant de faibles capacités de protection du sol contre les effets cisaillant du ruissellement. Afin d'acquérir une couverture optimale du sol contre l'érosion hydrique, il est judicieux d'associer à ces plantes des cultures à port rampant qui vont agir comme un tapis de protection du sol. Le choix des cultures à port tapissant est fait sur la base des caractéristiques des plantes en termes d'associations (allélopathie, dynamique de développement aérien et souterrain).

MISE EN ŒUVRE

COUVERTURE VÉGÉTALE VIVANTE

EXEMPLES D'ESPÈCES À PORT TAPISSANT

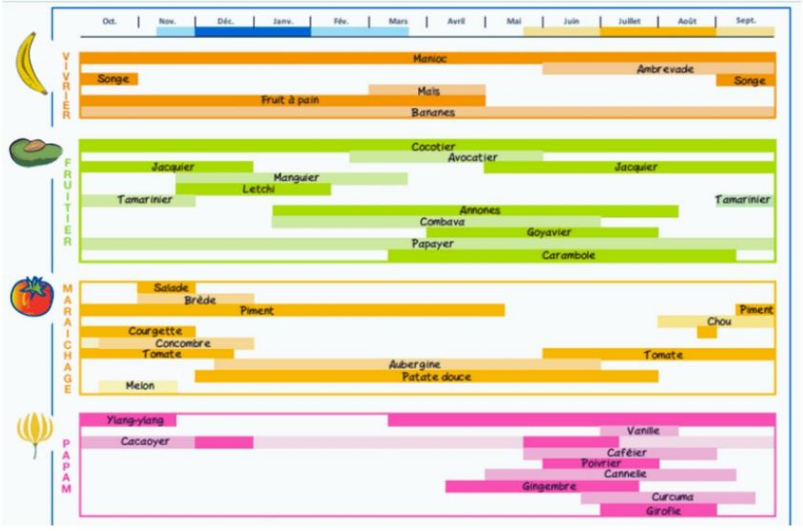
Noms vernaculaires & latin	Famille	Photo	Type de plante	Durée de cycle	Type de racine & profondeur
Gazon coco (fr) **Kunu** (shimaore) *Brachiaria umbellata*	Poacées		Graminées	Pérenne	Fasciculée < 40 cm
Kudzu tropical (fr) **Prorarya** (kibushi) *Pueraria phaseoloides*	Fabacées		Légumineuse rampante	Pérenne	Traçante, profonde et ramifiées 50 à 80 cm
Dolique (fr) *Dolichos lablab*	Fabacées		Légumineuse rampante volubile	180 à 240 jours	Pivotante 50 à 60 cm
Niébé (fr) **Fuyu** (shimaore) *Vigna unguiculata*	Fabacées		Légumineuse rampante	70 à 120 jours	Pivotante < 50 cm
Patate douce (fr) **M'batse** (shimaore) *Ipomoea batatas*	Convolvulacées		Herbacée vivace	Pérenne ou annuelle	Tubérisée > 120 cm
Courge potiron (fr) **Trango** (shimaore) *Curcubita maxima*	Curcubitacées		Herbacée lianescente rampante	Annuelle	Fasciculée 90 à 120 cm si sol non compacté

MISE EN ŒUVRE

COUVERTURE VÉGÉTALE VIVANTE

• SUCCESSION CULTURALE: ROTATION DES CULTURES

La succession culturale vise à faire succéder différentes cultures sur une même parcelle afin de maintenir la densité de cultures. La succession doit être réfléchie en respectant le calendrier de production des différentes espèces cultivées.



Calendrier de production des espèces rencontrées dans le jardin mahorais (source: Huat J. *et al*, 2021)

RÈGLES DE BASES

- **Ne pas faire succéder deux plantes de la même famille**.
  Exemple: La brède morelle et la tomate ne peuvent pas se succéder car ce sont toutes les deux des solanacées.

- **Ne pas cultiver 2 fois de suite une plante pour les mêmes organes**.
  Exemple: La laitue et la brède morelle, bien qu'elles soient de familles différentes, ne doivent pas se succéder parce qu'elles sont des légumes feuilles qui exigent en forte quantité le même élément qui est l'azote. La succession de ces 2 cultures va épuiser l'azote, ce qui va limiter le bon développement de la 2ème culture et contribuer à déséquilibrer petit à petit la chimie du sol.

MISE EN ŒUVRE

COUVERTURE VÉGÉTALE VIVANTE

RÈGLES DE BASES

- **Faire attention aux besoins physiologiques des plantes.** Les cultures gourmandes (plantes ayant des besoins plus élevés en matière organique) sont à placer en tête de succession pour profiter de l'apport de fertilisants organiques naturels comme les fumiers et le compost.
  Exemple: La majorité des solanacées et des cucurbitacées ont besoin de plus de matière organique par rapport à d'autres familles comme les légumineuses ou certaines liliacées comme l'asperge ou l'ail.

- **Alterner les plantes nettoyantes** (culture avec un fort recouvrement du sol comme la patate douce) ou qui permettent la mise en place d'un paillage (tomate, aubergine, maïs, riz...) **et les plantes salissantes** (cultures qui ne couvrent pas suffisamment le sol ou qui ne permettent pas l'installation d'un paillage (carotte, navet...). Ceci permet de réduire le temps d'entretien de la parcelle, en l'occurrence le sarclage avec les risques de perturbation de la structure et la biodiversité du sol.
  Remarque: Il est conseillé d'organiser sa succession de sorte à installer les **plantes salissantes sur les périodes de faibles précipitations** (saison sèche voire intersaisons) et les **plantes nettoyantes en saison pluvieuse** pour avoir une couverture optimale du sol.

POINTS DE VIGILANCE

Il est important de caler les cycles culturaux aux cycles climatiques de sorte à avoir un maximum de couverture sur les périodes de fortes précipitations tout en maintenant un objectif de rentabilité économique. Ceci passe par une parfaite connaissance des saisons et des caractéristiques de développement des plantes. Cette connaissance est d'autant plus importante que la protection du sol ne se résume pas à sa protection physique (plantes de couvertures, paillage,..), mais à la mise en place de pratiques qui favorisent une évolution optimale du sol à travers le maintien ou le développement de l'activité biologique et sa structuration tout en favorisant une protection sanitaire des cultures. L'association judicieuse des plantes selon leurs caractéristiques permet d'assurer l'ensemble de ces prérogatives.

Photographie d'une rotation culturale entre des légumes différenciés par le type d'organe cultivé

MISE EN ŒUVRE

PAILLAGE

SITUATION À MAYOTTE

Le désherbage jusqu'à la mise à nu des parcelles est une pratique encore ancrée pour nombre d'agriculteurs. En pleine saison pluvieuse, les mauvaises herbes poussent rapidement, amenant à une fréquence de sarclage de 2 à 3 fois sur une période de 6 mois. Dans ces conditions de fortes précipitations, à chaque sarclage, le sol reste totalement vulnérable pendant 3 à 4 semaines, le temps que les mauvaises herbes couvrent à nouveau le sol. En général, l'herbe sarclée est regroupée en tas et brûlée ou récoltée pour nourrir le bétail.

OBJECTIFS

Le paillage est une technique qui consiste à recouvrir le sol de matériaux organiques, minéraux ou plastiques pour le nourrir et/ou le protéger. Ces matériaux ont pour but de:

- Protéger le sol des impacts de la pluie et du ruissellement (éviter le phénomène de battance)
- Améliorer la structure du sol en favorisant la vie microbienne du sol
- Améliorer la croissance et la santé des végétaux
- Conserver l'eau du sol afin de limiter les arrosages

CARACTÉRISTIQUES DU PAILLIS

Pour être optimal, le paillis doit:

- Avoir une **décomposition suffisamment lente** pour couvrir le sol pendant la saison pluvieuse, soit 4 à 6 mois
- Être **dense** pour ne pas être emporté par le vent et le ruissellement
- Ne pas dépasser **10 cm** d'épaisseur s'il est frais et **20 cm** s'il est sec

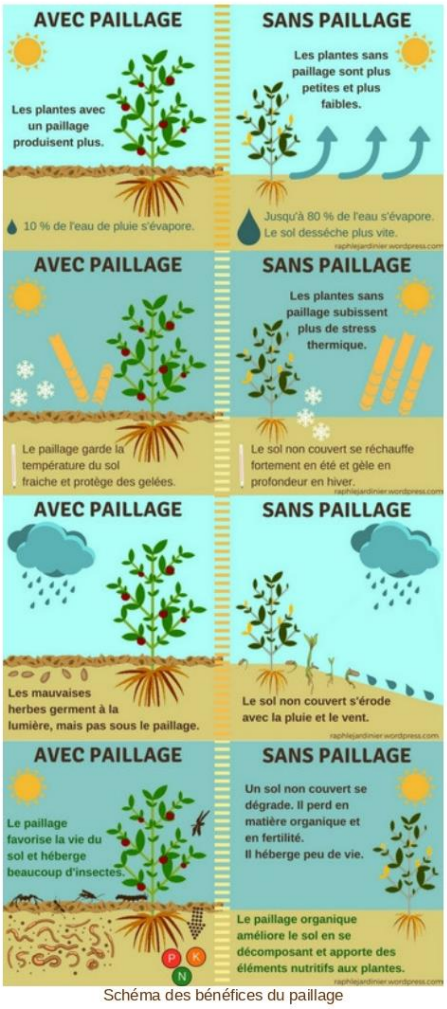


Schéma des bénéfices du paillage

Remarque: Le paillage plastique est à exclure: outre son impact environnemental, il crée un support de ruissellement susceptible de générer de l'érosion en son aval.

MISE EN ŒUVRE

PAILLAGE

ÉTAPES

ÉTAPE 1: PRÉPARATION DU PAILLIS

Séchez le paillis avant son application sur la parcelle pour éviter des phénomènes de surchauffe et pourriture au niveau des plantes.

ÉTAPE 2: PRÉPARATION DE LA PARCELLE

Désherbez la parcelle en veillant à éliminer autant que possible les plantes vivaces d'adventices et à extraire les racines et les rhizomes.

Photographie d'un paillage en paille

ÉTAPE 3: APPLICATION DU PAILLIS

Période: Avant ou après la plantation
Méthode:

- Appliquez le paillis en une épaisseur homogène de 10 à 20 cm sur l'ensemble de la parcelle afin d'éviter de former des zones de parcelles non couvertes, favorables au développement des adventices.
- Si possible, arrosez abondamment l'ensemble.

Remarque: Au niveau des jeunes plants, dégagez légèrement le paillis du pied de la plante de sorte à ce que le collet ne subisse pas des dégâts sanitaires liés à l'humidité.

POINTS DE VIGILANCE

- Surveillez le paillis pendant la saison pluvieuse: les fortes pluies peuvent emporter le couvert végétal, particulièrement sur des parcelles en pentes.
- Veillez au renouvellement du paillis: la dégradation par les micro-organismes d'un paillis avec un rapport C/N élevé peut épuiser l'azote du sol au détriment des cultures.
- Évitez de « trop » tasser le paillis pour permettre l'accès au sol de l'air et de l'eau: le tassement du paillis peut générer une imperméabilisation qui induit l'accélération de l'eau à la surface du paillis avec risques d'érosion en aval de la zone protégée.

Photographie de différents types de paillis organiques

MISE EN ŒUVRE

PAILLAGE

INTÉRÊTS & LIMITES

✓	✗
• Simple à mettre en œuvre • Protection du sol (effets splash et entraînements de terre par ruissellement) • Conservation de l'eau du sol • Amélioration de l'activité biologique et de la structuration du sol par l'apport d'éléments fertiles • Limitation du travail de sarclage (fréquence des opérations réduites)	• Susceptible d'attirer les ravageurs en cas de mauvaise maîtrise de la technique • Nécessite du temps de travail (préparation et application du paillage) *Remarque:* Le temps dédié à cette tâche pourra être gagné sur d'autres opérations dont les fréquences de mise en œuvre seront réduites (sarclages, arrosages..)

BIBLIOGRAPHIE

Barthelat F., 2019. La Flore illustrée de Mayotte. Collection Inventaires & biodiversité. Biotope – Muséum national d'Histoire naturelle

Bougère J. *et al*, 1989. Protection contre l'érosion à la Réunion

DAAF, 2011. Recensement agricole 2010, s.l. : Agreste.

DA-CHARMP2 Scale-up, 2019. Technoguide in soil management & contouring using A-frame.

FAO, 2021. Agriculture de conservation. [06/07/2021]. http://www.fao.org/conservation-agriculture/overview/what-is-conservation-agriculture/fr/.

Friday K. *et al*, 1999. Chapter 4: Agroforestery. Imperata Grassland Rehabilitation using Agroforestry and Assisted Natural Regeneration. Bogor, Indonesia.

Huat J. *et al*, 2021. Le jardin mahorais: de l'agro biodiversité au service de l'alimentation.

Roose E., 2006. Les terrasses antiérosives en Afrique. Typologie, efficacité, limites et améliorations, Montpellier : IRD, UR SeqBio.

Saïd K., Desprats J., 2012. Guide des bonnes pratiques pour limiter l'érosion des terres agricoles à Mayotte.

Sussman D., 2007. Design Manual: Contour Trenches. Bren School of Environmental Science and Management, University of California Santa Barbara.

ANNEXE 30 : FICHE TECHNIQUE DES PROCESSUS DE TRANSFORMATION DES PRODUITS A BASE DE COCO

Avant de pouvoir obtenir des produits alimentaires à base de coco, deux étapes préliminaires sont nécessaires : il s'agit du débourrage et de l'ouverture des noix (Calmant T., 2015). Le débourrage est la première étape post-récolte qui consiste à séparer les fibres du reste de la noix. S'en suit l'ouverture de celle-ci en la fendant pour en extrait l'albumen.

Le débourrage comme l'ouverture des noix peuvent être réalisés de deux manières différentes : manuellement à l'aide d'un pieu pour le débourrage et d'une machette pour l'ouverture, ou mécaniquement à l'aide d'une débourreuse mécanique qui combine les deux étapes. Alors qu'une personne peut débourrer manuellement environ 200 noix par jour, une débourreuse mécanique permet d'ouvrir 125 noix par heure et par personne (Calmant T., 2015).

L'étape d'ouverture des noix débourrées est responsable du temps qui sépare la collecte du début de la transformation puisqu'elle est la dernière étape de préparation des noix. Ainsi, l'investissement dans une débourreuse mécanique nous parait donc être un choix judicieux et primordial pour le projet.

Eau de coco

Afin d'obtenir de l'eau de coco, aucune transformation à proprement parlé n'est nécessaire, uniquement une extraction. Pour cela les noix de coco sont cueillies vertes, c'est-à-dire avant leur maturité complète. A ce stade, la récolte ainsi que le stockage des noix restent délicats. Il est donc nécessaire d'extraire rapidement l'eau de la noix afin de faciliter sa manipulation et son transport. Néanmoins, sa composition peu acide et sucrée, favorable au développement des microorganismes, la rend particulièrement sensible aux dégradation biologiques et chimiques (Prades *et al.,* 2012). Sa stabilisation est donc indispensable pour optimiser sa conservation et proposer au consommateur un produit sain et sûr (Douthe M.-L., 2007).

Bien que la recherche sur la conservation post-récolte de l'eau de coco reste encore assez limitée (Prades *et al.,* 2012), une étude financée par la FAO propose quelques critères de vérification de sa qualité. Il s'agit par exemple de la mesure de l'acidité (pH) ou encore de la mesure de la concentration de sucre (ESS : Extrait Soluble Sec). Pour les petits transformateurs n'ayant pas accès à un laboratoire, comme c'est le cas dans le projet, de simples observations peuvent être réalisées. Il s'agit de vérifier que le liquide soit limpide, incolore et inodore (Douthe M.-L., 2007). La présence de traces non solubles peut être témoin d'une fermentation et l'odeur de rance, quant à elle, indique que la petite quantité de matières grasses dans le liquide est oxydée (Douthe M.-L., 2007).

En ce qui concerne le conditionnement de l'eau de coco, deux options sont envisageables. Le diagramme de fabrication est présenté en figure 16.

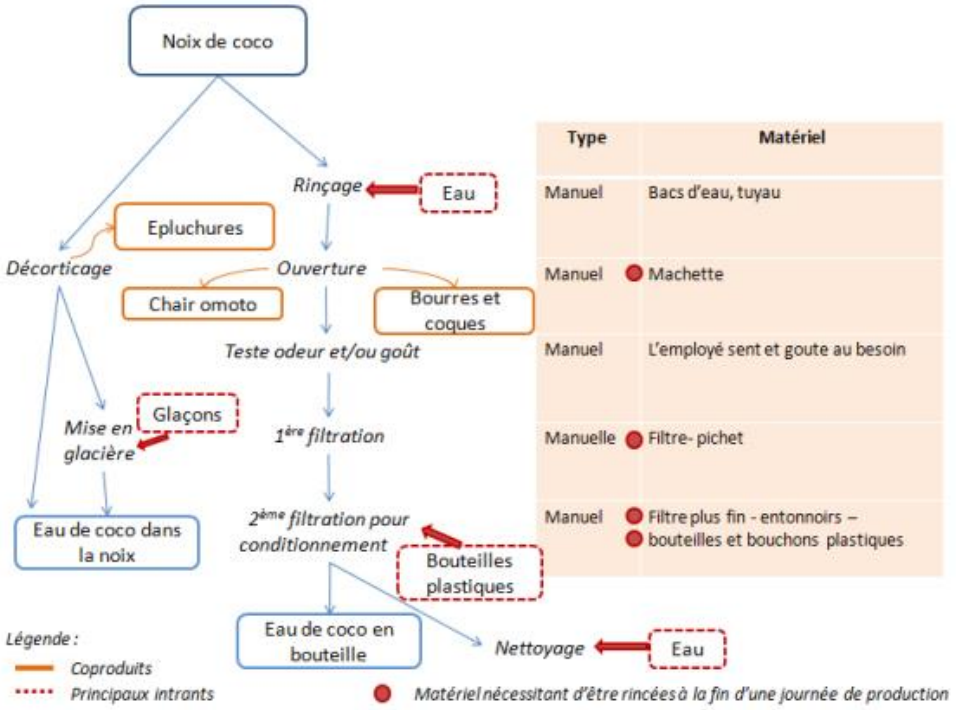


Figure 18 : Diagramme de fabrication de l'eau de coco (Chadebech L., 2017)

La première option est le conditionnement dans la noix elle-même (Chadebech L., 2017). Il s'agit de l'option la plus artisanale puisque la consommation de l'eau s'effectue juste après son ouverture et qu'aucun intrant n'est nécessaire, à part éventuellement des glaçons. Cette option ne permet pas de conserver l'eau très longtemps puisqu'aucune stérilisation n'est effectuée. Une récolte quotidienne de noix fraîches est donc nécessaire pour la vente car aucun stock ne peut être réalisé. Dans le cas où la noix est décortiquée, ce qui n'est pas forcément nécessaire pour consommer l'eau, des épluchures de noix (bourres) sont émises. Celles-ci peuvent faire l'objet d'une valorisation ultérieure en paillage grâce au broyage.

La deuxième option est l'embouteillement de l'eau de coco après sa stabilisation (Chadebech L., 2017). Dans l'industrie, un traitement thermique combiné avec des additifs chimiques est effectué. D'autres technologies comme la micro ou l'ultrafiltration ne sont toujours pas disponibles pour ce produit et les recherches sont encore en cours. Quel que soit le procédé de stabilisation utilisée, le goût et la couleur de l'eau (liée aux activité enzymatiques) coco restent difficiles à contrôler (Prades *et al.,* 2012). Dans le contexte du projet, ces procédés industriels risquent de ne pas pouvoir être mis en place. Ainsi, une double filtration comme indiqué sur le diagramme de fabrication ci-dessus ainsi qu'un stockage au réfrigérateur permettent de conserver l'eau trois ou quatre jours avant sa consommation (Chadebech L., 2017). En ce qui concerne les coproduits, la bourre et la coque peuvent être valorisés en paillage grâce au broyage alors que la chair omoto (chair de noix de coco verte en polynésien) peut être consommée.

Lait de coco

Le lait de coco est obtenu à partir de l'amande mature (provenant d'une noix de coco brune) finement râpée puis pressée. Le diagramme présenté en figure 17 reprend l'ensemble du processus de fabrication. Différentes techniques de râpage et de pressage sont possibles en fonction des ressources disponibles : de l'eau ou de l'électricité (Calmant T., 2015). Si l'unité de transformation a accès à l'électricité, il est possible d'automatiser ces

étapes en utilisant une râpe et une presse électrique. Si ce n'est pas le cas, le râpage peut être effectué manuellement avec une râpe inox. Pour le pressage, deux alternatives sans électricité sont envisageables : un pressage manuel avec un dispositif de filtration rudimentaire (filtre-torchon-bassine) ou un pressage mécanique avec une presse manuelle. Il est important de noter que ces deux dernières techniques nécessitent un apport en eau (Chadebech L., 2017).

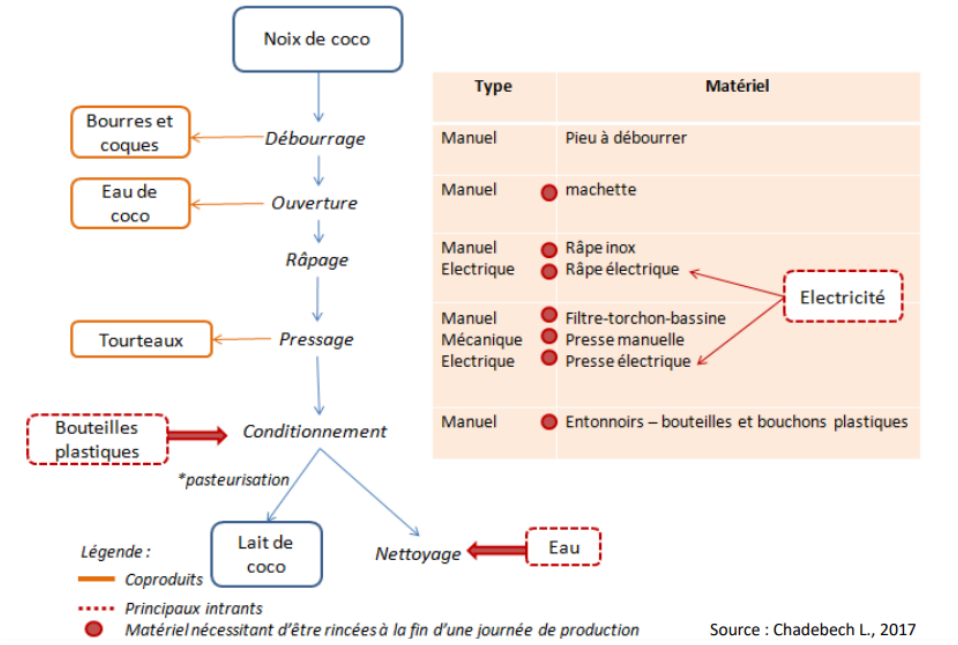


Figure 19 : Diagramme de fabrication du lait de coco (Chadebech L., 2017)

Au moment du conditionnement du lait de coco, un traitement thermique est nécessaire afin de pouvoir le conserver. En effet, sans cela, le lait de coco peut être conservé entre 3 et 5 jours au réfrigérateur (Lechevegetal, 2017). Il existe trois procédés de chauffage afin de prolonger la durée de conservation des produits liquides à base de coco : la pasteurisation, la stérilisation et le traitement à ultra-haute température (UHT). La durée exacte de conservation de ces produits dépend des matières premières, des conditions de traitement et du type d'emballage utilisé (Tetra Pack, 2023). Le tableau 20 résume les caractéristiques des traitements thermiques envisageables pour le lait de coco :

Tableau 21 : Caractéristiques des traitement thermiques pour le lait de coco (Tetra Pack, 2023)

Traitement	Temp.	Durée du traitement	Conditionnement	Durée et condition de conservation
Pasteurisation	75-85°C	15-120 sec	Sac en plastique, carton en papier ou bouteille en verre	1 semaine Réfrigéré
Stérilisation en conteneur	121°C	20-30 min	Bidon, sachet autoclave ou bouteille en verre	2 ans Non réfrigéré
UHT	137-145°C	4-15 sec	Emballage aseptique	6-8 mois Non réfrigéré

Au cours de la transformation, différents co-produits sont émis et peuvent être valorisés :

- De la bourre et des coques lors du débourrage qui peuvent être valorisés en paillage grâce au broyage ;
- De l'eau de coco lors de l'ouverture des noix qui peut être éventuellement consommée. Contrairement à celle provenant des noix vertes, l'eau de coco de noix brunes est plus faible en volume et moins reconnue nutritionnellement et gustativement, ce qui explique qu'elle est souvent perdue (Göhl, 1982). Elle peut néanmoins être valorisé en vinaigre après fermentation acétique ;
- Des tourteaux suite au pressage de l'albumen. Ces derniers peuvent être valorisés en nutrition animale, notamment des ruminants, puisqu'ils constituent une source de protéines et d'énergie (Heuzé V. et Tran G., 2016)

Huile de coco

Il existe deux grandes méthodes d'extraction d'huile à partir de la chair mûre de noix de coco : la voie sèche, qui donne l'huile de coprah, et la voie humide, qui donne l'huile de coco. Pour la voie sèche, l'huile est extraite à partir de l'amande déshydratée, appelé coprah. Pour la voie humide, l'huile est obtenue par décantation du lait de coco (cf. partie « Lait de coco »). Bien que la voie sèche soit la méthode la plus ancienne et la plus commune, la voie humide est la plus adaptée au projet, et ce pour plusieurs raisons. La voie humide est une méthode traditionnelle qui est plus artisanale et écologique que la voie sèche puisqu'elle ne nécessite pas de solvant et consomme peu d'énergie (Euphrasie, 2016). En Guyane, la transformation par voie humide est la plus utilisée sur le territoire guyanais à cause du climat équatorial et du taux d'humidité qui ne sont pas réellement propice à d'autres techniques de transformation (Caré C., 2021). De surcroît, la voie humide est la seule possibilité pour produire de l'huile à destination alimentaire, ce qui est la volonté des porteurs de projet identifiés.

Afin d'obtenir de l'huile de coco par voie humide, il faut déjà produire du lait de coco (cf. partie « Lait de coco »). Ensuite, l'huile est extraite à froid en cassant l'émulsion du lait sans le chauffer. Deux systèmes d'extraction à froid existent : la fermentation et la centrifugation. La méthode par fermentation est retenue car il s'agit de la plus courante et de la moins technique. Le diagramme de fabrication de l'huile de coco par fermentation est présenté en Figure 20. La fermentation peut être réalisée de manière naturelle ou artificielle, en ajoutant une bactérie lactique : le *Lactobacillus plantarum* (Zahnd A., 2018).

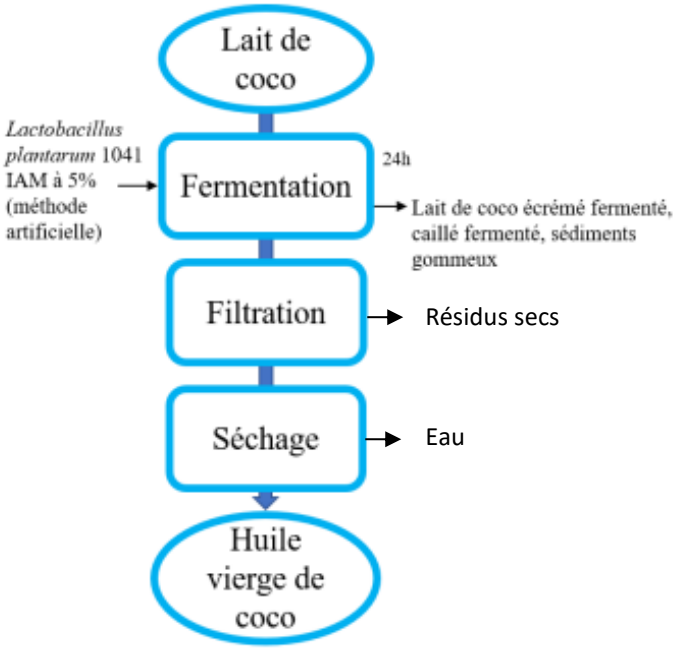


Figure 20 : Diagramme de fabrication de l'huile de coco par fermentation (Zahnd A., 2018)

La méthode de fermentation naturelle, aussi appelée décantation, consiste à laisser le lait fermenter et s'écrémer pendant 24 heures jusqu'à obtenir une séparation de couches : celle du lait caillé et celle de l'huile (Zahnd A., 2018). La couche d'huile est alors extraite puis filtrée afin de retirer des particules adhérentes du caillé. La filtration peut être réalisée avec des filtres de 100 µm ou alors des filtres à charbons actifs afin d'effacer la couleur rose de l'huile après deux passages (Zahnd A., 2018). En règle générale, on comptabilise seulement 4 % de perte sur la filtration (Calmant T., 2015). Pour finir, l'huile est séchée afin de retirer toute humidité résiduelle, ce qui donne à l'huile une durée de conservation plus longue.

La méthode de fermentation artificielle, quant à elle, permet une désémulsification plus rapide grâce à l'ajout de la bactérie lactique (Zahnd A., 2018). Le rendement d'huile de coco produite par cette méthode dépend de plusieurs facteurs : la température, le pH, la durée de fermentation, la concentration en oxygène et la concentration en inoculum. Pour un rendement optimal, la température doit être de 45°C, le pH proche de 7, la durée de 48 heures, la concentration en oxygène élevée et celle en inoculum entre 2 et 5 % (Zahnd A., 2018).

Le conditionnement peut se faire au sein de pots en verres hermétiques de 200 ml de préférence de couleur sombre pour protéger l'huile de la lumière et éviter ainsi son rancissement. Afin d'augmenter la durée de conservation de l'huile, un retrait de l'oxygène dans le contenant doit être réalisé afin d'empêcher ou de minimiser les effets de l'oxydation. La méthode classique est le barbotage, qui consiste à remplacer les gaz atmosphériques en injectant un gaz chimiquement inerte (azote, dioxyde de carbone ou argon) à la solution sous la forme de petites bulles de gaz (Linde, 2023). Néanmoins, cette technique nécessite de pouvoir être régulièrement approvisionné en gaz inertes, ce qui risque d'être compliqué dans le cadre du projet. L'alternative envisageable est de veiller à remplir à ras bord les pots d'huile afin de renfermer le moins d'oxygène possible. Une fois conditionnée, l'huile de coco doit être stocké dans un endroit frais et sec et peut être conservée de 12 à 24 mois dans ces conditions (Saintilan M., 2023).

Les sous-produits émis pendant la transformation sont quasiment identiques à ceux du lait de coco. Les seuls déchets supplémentaires produits sont le lait de coco écrémé fermenté, le caillé fermenté, les sédiments gommeux, les résidus secs et l'eau.

Sorbet

Pour préparer un sorbet à la coco, il faut déjà extraire le lait de coco (cf. partie « Lait de coco »). Ensuite, ce lait est incorporé à un mélange avec du lait condensé sucré, de l'eau et diverses épices : amande amère, cannelle et muscade râpée, vanille liquide, zeste de citron (Tatie Maryse, 2021).

Afin d'obtenir la texture du sorbet, deux options sont possibles : utiliser une sorbetière manuelle ou électrique. La technique manuelle consiste à préparer la sorbetière en alternant couches de glace et couches de gros sel puis à incorporer le mélange dans celle-ci en veillant à tourner régulièrement la manivelle pendant 30 à 40 minutes (Tatie Maryse, 2021). Pour la technique électrique, il existe deux types de machine : la sorbetière classique, également appelée « sorbetière à accumulation de froid », et la turbine à glace, également appelée « sorbetière autonome » (Mauro S., 2023). La différence entre ces deux machines est leur fonctionnement : la sorbetière classique peut stocker du froid mais ne peut pas en produire alors que turbine à glace peut produire du froid jusqu'à -35°C. Tout comme la sorbetière manuelle, la sorbetière classique se présente sous la forme d'une cuve à double paroi qui est remplit d'un liquide réfrigérant avec un moteur au-dessus. La cuve doit être préalablement placée au congélateur pendant 10 à 12 heures pour former un bloc de froid. La turbine à glace, quant à elle, ne nécessite pas de préparer la cuve puisqu'elle produit à la fois de la glace et du froid (Mauro S., 2023).

Le sorbet obtenu peut être conditionné en barquettes en plastiques de 500 ml et conservé jusqu'à plusieurs semaines dans un congélateur. Afin d'améliorer la conservation, il est possible d'ajouter de l'agar agar à la préparation pour éviter que la glace ne durcisse. Pour ce faire, l'agar agar doit être préalablement chauffée puis dissoute dans le mélange pour pouvoir faire effet (Tatie Maryse, 2021).