REPOBLIKAN'I MADAGASIKARA
Fitiavana- Tanindrazana-Fandrosoana

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE D'ANTSIRANANA

DOMAINE SCIENCES ET TECHNOLOGIE

MENTION SCIENCES DE LA NATURE

ET DE L'ENVIRONNEMENT

PARCOURS : GESTION DE LA BIODIVERSITÉ
ET PRESERVATION DES ECOSYSTEMES (GBPE)

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

BIOLOGIE, ECOLOGIE ET ETHNOBOTANIQUE DE *Delonixvelutina* EN VUE DE SON EXPLOITATION DURABLE D'ORONJIA A RAMENA

Présenté par : RAMANANTENA Jacques Clertant

Devant les membres du jury composé de :

Président du jury : Docteur Jeanneney RABEARIVONY

Rapporteurs : Docteur John Rigobert ZAONARIVELO

Examinateurs : Docteur Taratra André FENORADOSOA

: Docteur Christophe MANJARIBE

Invité : Monsieur Lalao Jeremi RAZAFITSALAMA

Soutenu le : 09 Avril 2018

Année Universitaire : 2017-2018

REMERCIEMENTS

Ce travail est effectué dans le cadre de la collaboration entre Missouri Botanical Garden (MBG) de Diego Suarez et de la Sciences de la Nature et de l'Environnement (SNE), parcours Gestion de la Biodiversité et Préservation de l'Ecosystème (GBPE), Faculté des Sciences de l'Université d'Antsiranana.

En termes de ce travail, nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, en particulier :

- Madame Cécile Marie Ange MANOROHANTA DOMINIQUE, Professeur titulaire, Président de l'Université d'Antsiranana qui assure l'honorabilité et la mise en marche de l'administration de l'enseignement au sein de l'Université d'Antsiranana.
- Docteur Fatah ABDOUL, Maître de conférences, Doyen de la Faculté des Sciences qui nous a donné l'autorisation de soutenir ce travail de mémoire.
- Docteur Jeanneney RABEARIVONY, Maître de conférences, président de jury et Chef de la mention Sciences de la Nature et de l'Environnement, qui nous a permis de faire un stage auprès de MBG de Diego Suarez à Ramena.
- Docteur Taratra André FENORADOSOA, Maître de Conférences et Docteur Christophe MANJARIBE, Maître de Conférences qui ont bien voulu examiner ce travail. Vos suggestions, conseils et corrections sur les erreurs commises nous seront importants et fructueux.
- Docteur John Rigobert ZAONARIVELO, Maître de Conférences, Responsable du parcours GBPE, notre encadreur, à qui nous tiens vraiment à témoigner toute notre reconnaissance pour tous ses conseils et suggestions qui nous ont permis de réaliser cette étude. Nous en sommes très honorés.
- Monsieur Lalao Jeremi RAZAFITSALAMA, chef de projet de la conservation d'Oronjia, d'avoir assuré le suivi du travail d'encadrement et nous faisant confiance avec les conseils pratiques sur le terrain.
- Notre profonde et sincère reconnaissance s'adresse également à tous les personnels du Missouri Botanical Garden (MBG) pour l'appui financier par l'intermédiaire de la bourse de stage.

- Nos hommages également à tous les Enseignants et personnels administratifs de la mention Sciences de la Nature et de l'Environnement, qui en dispensant et en partageant leurs savoirs ont fortement contribué à enrichir notre connaissance.
- Tous les collègues de notre promotion dans la Gestion de la Biodiversité et Préservation de l'Ecosystème, nos sincères remerciements.
- Toute notre famille portant de sacrifices nous a toujours soutenus moralement, matériellement et financièrement durant notre étude.

Merci infiniment

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS i

TABLE DES MATIERES iii

LISTE DES FIGURES vi

LISTE DES TABLEAUX vii

LISTE DES CARTES viii

LISTE DES PHOTOS ix

LISTE DES ANNEXES ix

LISTE DES ABREVIATIONS xi

GLOSSAIRE xii

I- INTRODUCTION 1

Première partie : GENERALITE SUR LE SITE D'ETUDE 3

I-1 LE SITE D'ETUDE 3

I-1-1 Historique 3

I-1-2 Situation géographique 3

I-1-3 Relief 4

I-1-4 Géologie et pédologie 5

I-1-5 Climat 5

I-1-6 Flore et faune 7

I-1-7 Contexte socio-économique 8

Deuxième partie : MATERIELS ET METHODES 13

II -1 MATERIEL BIOLOGIQUE 13

II-1-1 Classification botanique *Delonix velutina* 13

II-1-2 Description de l'espèce *Delonix velutina* 14

II-2 MATERIELS PHYSIQUES 15

II-3- ETUDE PRELIMINAIRE 16

II-3-1- Etudes bibliographiques 16

II-3-2 Choix de site d'étude 16

II-3-3 Choix de l'espèce étudiée 16

II-4 METHODE D'ETUDE BOTANIQUE 16

II-4-1 Phénologie 17

II-4-2 Régénération naturelle 18

II-5 METHODE D'ETUDE ECOLOGIE VEGETALE 21

II-5-1 Méthode de placeau 21

II-5-2 Structure verticale 22

II-5-3- Structure horizontale 24

II-5-4 Abondance de l'espèce 27

II-6 ETUDE PHYTOSOCIOLOGIE 27

II-7 ENQUETE ETHNOBOTANIQUE 29

Troisième partie : RESULTATS ET INTERPRETATIONS 31

III.1 CARACTERISTIQUES DU SITE D'ETUDE 31

III-2 STRUCTURE VEGETALE 32

III.2.1. Structure verticale 32

III-3 REGENERATION NATURELLE DE *Delonix velutina* 36

III-3-1 Phénologie 36

III-3-2 Dispersion des graines 38

III-3-3 Structure de la population de *Delonix velutina* 39

III-3-4 Taux de régénération 42

III-3-5 Essai de la germination in situ et la pépinière 43

III-4 ABONDANCE ET DENSITE DE L'ESPECE ETUDIEE 44

III-4-1 Etude des stocks de la population de *Delonix velutina* 44

III-4-2 Quantité de besoin annuelle 45

III-5 PHYTOSOCIOLOGIE..... 45

III-6 RESULTAT DES ENQUETES ETHNOBOTANIQUES..... 46

III-7 PRESSION DE *Delonix velutina* 48

Quatrième partie : DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS 50

IV-1 DISCUSSIONS..... 50

IV-1-1 SUR LES METHODES D'ETUDE 50

IV-1-2 REMARQUES SUR LES RESULTATS 50

IV-1-3 Régénération naturelle..... 51

IV-1-4 Pression et menace sur cette espèce 51

IV-1-5 Relation entre l'abondance et l'exploitation..... 51

IV-2 RECOMMANDATIONS 53

IV-2-1 Collecte des fruits et préparations des pépinières..... 53

IV-2-2 Education environnementale 53

IV-2-3 Mesure nécessaire pour la conservation 54

V- CONCLUSION 55

VI- REFERENCES BIBLIOGRAPHIES..... 57

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Variation mensuelle de la température 6
Figure 2 : Variation mensuelle de la précipitation 7
Figure 3 : Variation mensuelle de la courbe ombrothermique 7
Figure 4 : Population humaine de Ramena 9
Figure 5 : Population humaine d'Ankorikahely 10
Figure 6 : Installation de placeau 22
Figure 7 : Disposition de prélèvement selon la méthode de GAUTIER..... 23
Figure 8 : Exemple de structure verticale de la forêt 24
Figure 9 : Plantes associées 28
Figure 10 : Structure verticale du secteur 11 34
Figure 11 : Structure verticale du secteur 12 34
Figure 12: Structure verticale du secteur 8 35
Figure 13 : Diagramme de la population de *Delonix velutina* dans la partielle du Cote 84 39
Figure 14 : Diagramme de la population de *Delonix velutina* dans la partielle du Matsabory Sénégal 39
Figure 15 : Diagramme de la population de *Delonix velutina* dans la partielle d'Analamerana 40
Figure 16 : Diagramme de la population de *Delonix velutina* dans la partielle 40
Figure 17 : Diagramme de la population de *Delonix velutina* dans la partielle d'Ambararata 41
Figure 18: Diagramme de la population de *Delonix velutina* dans la partielle d'Antsivoragnana 41
Figure 19 : Plantes associées avec *Delonix velutina*..... 46

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Liste des matériels utilisés pendant le travail sur terrain 15
Tableau 2 : Caractère du milieu de prélèvement 31
Tableau 3: Calendrier phénologique 37
Tableau 4: Taux de régénération naturelle de *Delonix velutina* 42
Tableau 5 : Evaluation de l'abondance et la densité de l'espèce 44
Tableau 6 : Calibre utile de *Delonix velutina* 45
Tableau 7 : Résultat des enquêtes ethnobotaniques 46

LISTE DES CARTES

Carte 1 : Localisation et zonage de l'AP Oronjia 4

Carte 2: Végétation de la NAP Oronjia 8

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Filet maillant 12
Photo 2 : Elevage de zébu 12
Photo 3 : *Zea mays* 13
Photo 4 : Tige de *Delonix velutina* 14
Photo 5 : Feuilles et gousses de *Delonix velutina* 15
Photo 6 : Essai de la germination in situ 19
Photo 7 : Essai de la germination dans la pépinière 20
Photo 8: Fruits secs de *Delonix velutina* 38
Photo 9 : Graines de *Delonix velutina* 38
Photo 10 : Germination dans la pépinière 43
Photo 11 : Pirogue traditionnelle des pêcheurs 47
Photo 12 : Fabrication de la pirogue traditionnelle 49
Photo 13 : Charbonnage 49
Photo 14 : Coup sur la plante 52

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Effectif de la population humaine de Ramena et d'Ankorikahely I
Annexe 2 : Données des températures de Diego Suarez I
Annexe 3 : Données de la précipitation de Diego Suarez II
Annexe 4 : Données d'ombrothermique moyenne de Diego Suarez II
Annexe 5 : Fiche d'enquête de l'ethnobotanique III
Annexe 6 : Fiche de prélèvement des profils écologiques IV
Annexe 7 : Fiche de prélèvement des phytosociologies IV

LISTE DES ABREVIATIONS

AP : Aire Protégée

C/R : Commune Rurale

CR : En danger Critique

D/S : Diego Suarez

DHP : Diamètre à Hauteur de Poitrine

MA : Million d'Année

MBG : Missouri Botanical Garden

NAP : Nouvelle Aire Protégée

PAG : Plan d'Aménagement et de Gestion

QCP : Quadrant centré à un point

Sp : espèce

UNA : Université d'Antsiranana

UICN : Union International pour la Conservation de la Nature

Tr : Taux de régénération

GLOSSAIRE

Barochorie : mode de dispersion des diaspores par la pesanteur.

Biodiversité : la variabilité des êtres vivants, dans leurs relations avec le milieu où ils vivent.

Hotspots : grande richesse de biodiversité mais menacée par l'activité humaine.

Méga-diversité biologique : Plusieurs diversités biologiques endémiques.

Catégorie V : Paysage Harmonieux Protégé terrestre.

Feuille caduque : qui perd ses feuilles à moment ou saison de l'année

Axillaire : situé à l'aisselle d'un organe

I- INTRODUCTION

Madagascar est situé dans l'hémisphère Sud, c'est la quatrième grande île et elle est renommée par sa valeur méga diversité biologique. Notre île possède une richesse spécifique et un taux d'endémicité exceptionnel (SCHWARTZ, 1996 ; HAWKINS et GOODMAN, 2003). Madagascar héberge 11220 espèces de plantes d'Angiospermes, parmi lesquelles 8621, soient 84% sont endémiques (CALLMANDER *et al.* 2011).

Notre île est parmi les pays à « hotspot » à cause des cataclysmes naturels et de la pression anthropique sur les ressources naturelles. Le problème majeur de la forêt malgache se manifeste par la pauvreté de la population et la croissance démographique galopante. Les causes de la déforestation sont la pratique du *tav*y, l'exploitation des bois et l'incendie des forêts. 80% de la végétation de l'île ont une forêt primaire et puis elle se dégrade et remplacer par la formation secondaire (savoka) et les savanes (Royal Botanical Garden, 2004). La destruction de l'habitat provoque, en 1997 à 2002, plus de 25000 hectares de forêts défrichées (GOODMAN et *al*. 2007). Les régions des hautes terres centrales, l'Est et du Sud sont les plus touchées (Conservation International, 2001).

Le genre *Delonix* existe partout dans le monde mais tous sont en danger. Il présente douze (12) espèces différentes origine y compris *Delonix regia, Delonix baccal* en Afrique, *Delonix brachycarpa* en Afrique, *Delonix elata* en Afrique centrale et de l'Est, *Delonix adansonioide* au sud de Madagascar (région deTuléar), *Delonix boiviniana* à Madagascar, *Delonix decary* originaire du sud de Madagascar , *Delonix floribunda* originaire du sud de Madagascar, *Delonix leucantha* endémique au nord-ouest de Madagascar, *Delonix pumila* originaire sud-est de Madagascar, *Delonix tomentosa* endémique au nord de Madagascar dans l'Ankarana et *Delonix velutina* au nord de Madagascar. Parmi ces espèces, nous intéressons *Delonix velutina*.

Delonix velutina est totalement en danger d'extinction par la pression anthropique (UICN, 2011). Pour pouvoir gérer cette espèce, qui est menacée d'extinction et en même temps nécessaire pour la survie de la population autour de l'AP Oronjia, la mise en œuvre d'une recherche biologie et écologie sur *Delonix velutina* est priorisée par mes études. La présente étude s'intitule : Biologie, Ecologie et Etude ethnobotanique de *Delonix velutina*, en

vue de son exploitation durable d'Oronjia à Ramena**.** Cette recherche est le fruit de la collaboration entre Missouri Botanical Garden (MBG) et l'Université d'Antsiranana, Mention Sciences de la Nature et Environnement.

La présente étude a pour objectif de :

- compléter les informations sur les cibles de la conservation de l'AP Oronjia notamment sur *Delonix velutina;*
- mener des études ethnobotaniques et tirer des stratégies pour maîtriser les pressions;
- Avoir des informations sur les stocks de *Delonix velutina* disponible dans la NAP d'Oronjia.

Ce travail se divise en quatre grandes parties :

- la première partie concernera les généralités du site;
- la deuxième partie parlera des matériels et méthodes adoptées;
- la troisième partie la présentation des résultats et interprétations;
- et la dernière partie les discussions suivies des recommandations.

Première partie : GENERALITE SUR LE SITE D'ETUDE

I-1 LE SITE D'ETUDE

La région septentrionale de DIANA, par sa valeur de la faune et flore est classée dans la zone riche en biodiversité. Cette région a des nombreux sites protégés, y compris la Nouvelle Aire Protégée Oronjia. Ce site se trouve dans la Commune Rurale de Ramena, Nord Est de la ville de Diego Suarez, couvrant une superficie de 1648 hectares. Concernant son mode de gestion, elle est classée dans la catégorie V selon la catégorisation de l'IUCN ou Paysage Harmonieux Protégé.

I-1-1 Historique

Depuis l'époque coloniale, Oronjia était une concession militaire. Elle était gérée par le Ministère de la Défense Nationale ; portant son titre foncier dénommé « TERRAIN MILITAIRE D'ORANGEA ANKORIKELY » TFN 5228 BK.

Cette concession est formée en grande partie par une forêt sèche. Elle s'étend sur une superficie de 1642 hectares.

A partir de l'indépendance, les forêts ont été exploitées par les populations riveraines pour le charbonnage, l'extension des champs de culture, les coupes sélectives pour les bois de construction, la divagation des bétails ainsi que la collecte des tubercules sauvages (PAG, 2014).

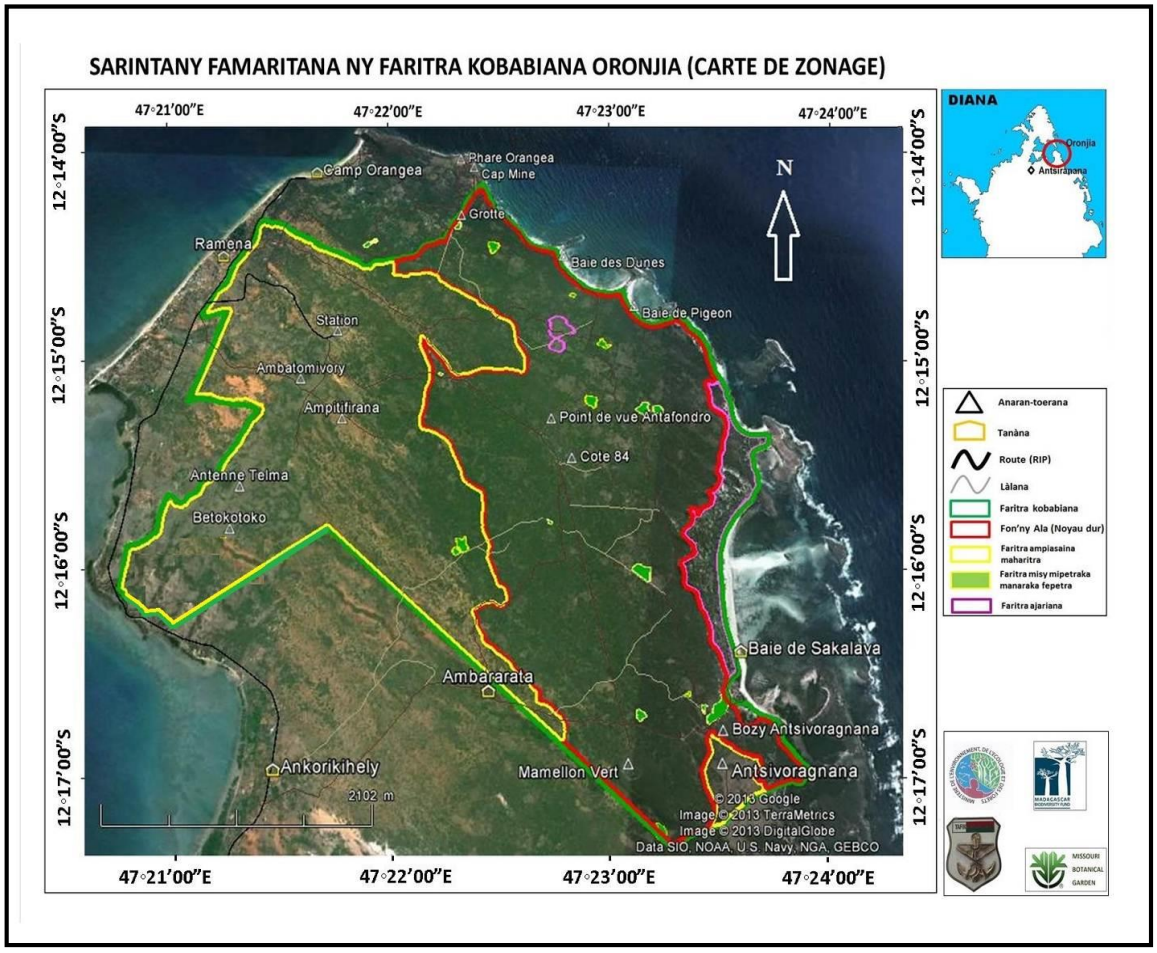
Afin de conserver les richesses d'Oronjia, sa mise en place parmi les aires protégées à Madagascar a été priorisée, les processus de conservation ont été commencés depuis l'année 2007 et le site a obtenu son décret de création définitive en Avril 2015.

I-1-2 Situation géographique

La forêt Oronjia se trouve dans la côte Nord-est de Madagascar, Région DIANA, District Antsiranana II, Commune rurale Ramena. Elle se situe environ 1 km au Nord-est du village

Ramena, à 4 km à l'Est du Fokontany Ankorikely, au Nord-Ouest de la Baie de Sakalava et à 20 km à l'Est de la ville de Diego Suarez.

La NAP Oronjia se situe entre 12°14'00.8'' et 12°18'48.1''de latitude Sud et 049°23'34.0''et 049°22 '44.8'' de longitude Est, et avec une altitude moyenne de 20 à 55 m. Elle s'étend à une superficie de 1648 ha, avec une zone de conservation stricte sur 793 ha et zone tampon occupée jusqu'à 855 ha (MBG, 2015) (carte 1). La carte suivante montre la localisation et le zonage de l'AP Oronjia.



Carte 1 : Localisation et zonage de l'AP Oronjia (Source MBG, 2015)

I-1-3 Relief

Il désigne la représentation graphique d'un lieu, avec l'indication de son relief ou la technique d'établissement des plans et carte de terrain d'une certaine étendue.

La topographie de la NAP Oronjia montre deux compartiments bien distincts :

- la partie au bord de la mer est de basse altitude,
- la partie arrière plus haute allant de 60 à 80m d'altitude.

Les pénéplaines sont larges par rapport aux plaines. La côte Nord-est rencontre la succession des plaines continues (RAZANAKOLONA, 2008).

I-1-4 Géologie et pédologie

La géologie est la science qui étudie l'écorce terrestre, ses constituants, son histoire et sa genèse (BESAIRIE, 1964). Pour Oronjia, la nature de son substrat est constituée de sable et de calcaire. En général, la NAP recouvre des sols sableux avec des calcaires dans la partie littorale.

L'origine de la formation des roches était le sédiment, à Oronjia, l'érosion a laissé les calcaires à exposer dans quelques endroits. Selon (BESAIRIE, 1964), la disposition du sol montre qu'elle est essentiellement constituée par des dunes vives de la zone. Ce sont des dunes du quaternaire ancien.

I-1-5 Climat

La région Nord de Madagascar montre un climat tropical, avec deux saisons bien distinctes : saison chaude et saison fraiche. Les données météorologiques collectées au niveau de la station météorologique Antsiranana montrent les informations entre 2008 et 2014suivantes.

Température

La température moyenne minimale est de 21,56 °C, avec une moyenne normale de 26,24°C et celle maximale est de 31,00°C. Le mois de Juillet est le plus froid (19,34°C) et le mois de Décembre est le plus chaud (32,29°C).

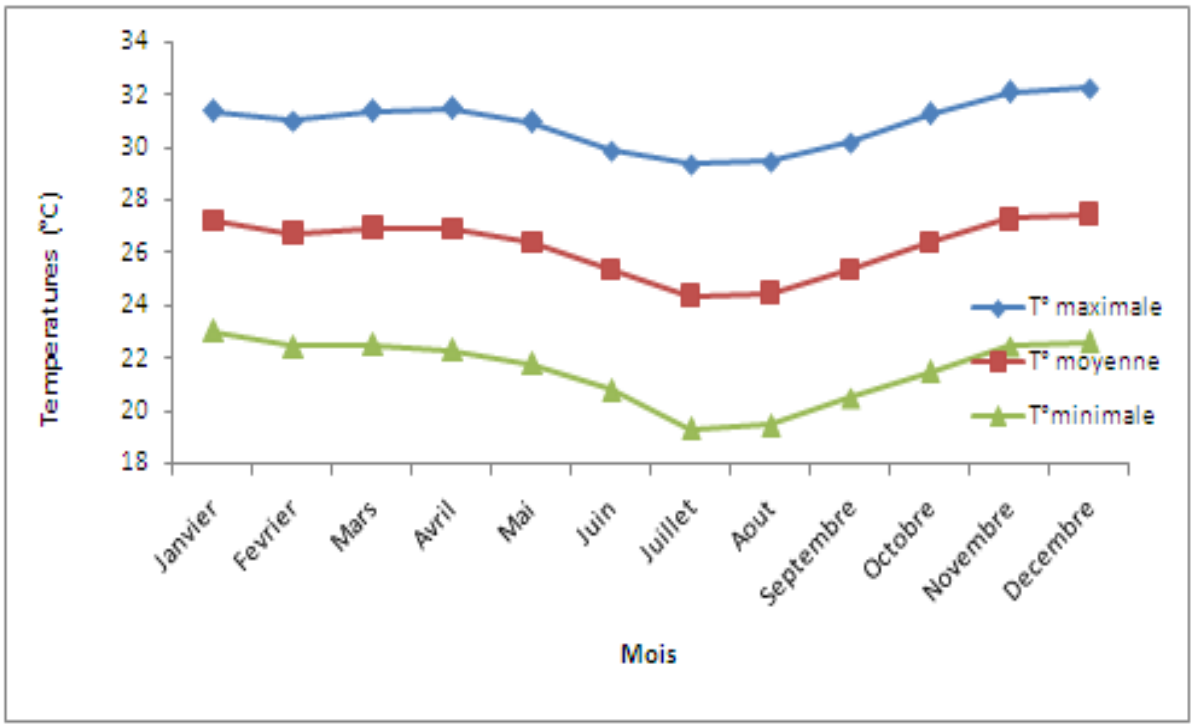


Figure 1 : Variation mensuelle de la température (2008-2014)

(Source : Station météorologique d'Antsiranana, 2008)

- **Précipitation**

La précipitation annuelle est de 751,54 mm, elle varie avec le temps. Le mois le plus arrosé est de janvier avec en moyenne 191 mm, et le mois le moins pluvieux est le mois de mai 6,69 mm.

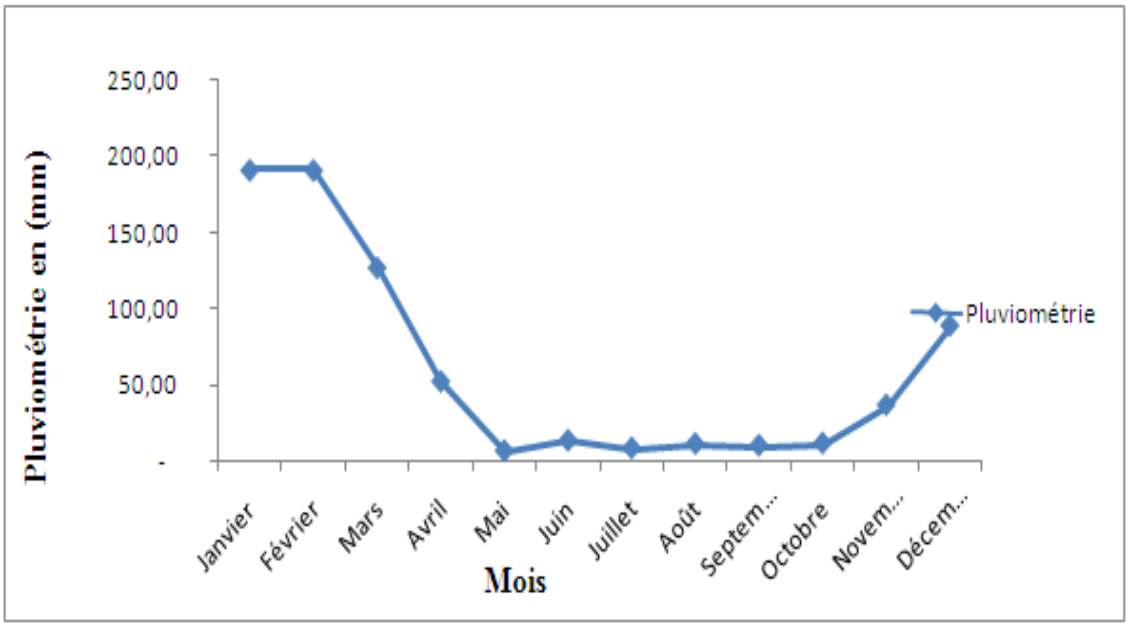


Figure 2 : Variation mensuelle de la précipitation (2008-2014) (Source : Station météorologique d'Antsiranana, 2008)

- **Courbe ombrothermique**

Le diagramme ombrothermique est la présentation simultanée sur un plan des données pluviométriques et des températures mensuelles. Un même graphique qui est obtenu par la formule : P=2T (P pluviométries et T températures).

Cette courbe montre la relation mensuelle entre la température et la pluviométrie pour présenter le climat d'une région. Le mois le plus sec qui coïncide aux mois pendant lesquels, la période P≤2T. Ces mois les plus secs correspondent aux mois de mai à octobre et les mois plus les humides se situent entre novembre à avril.

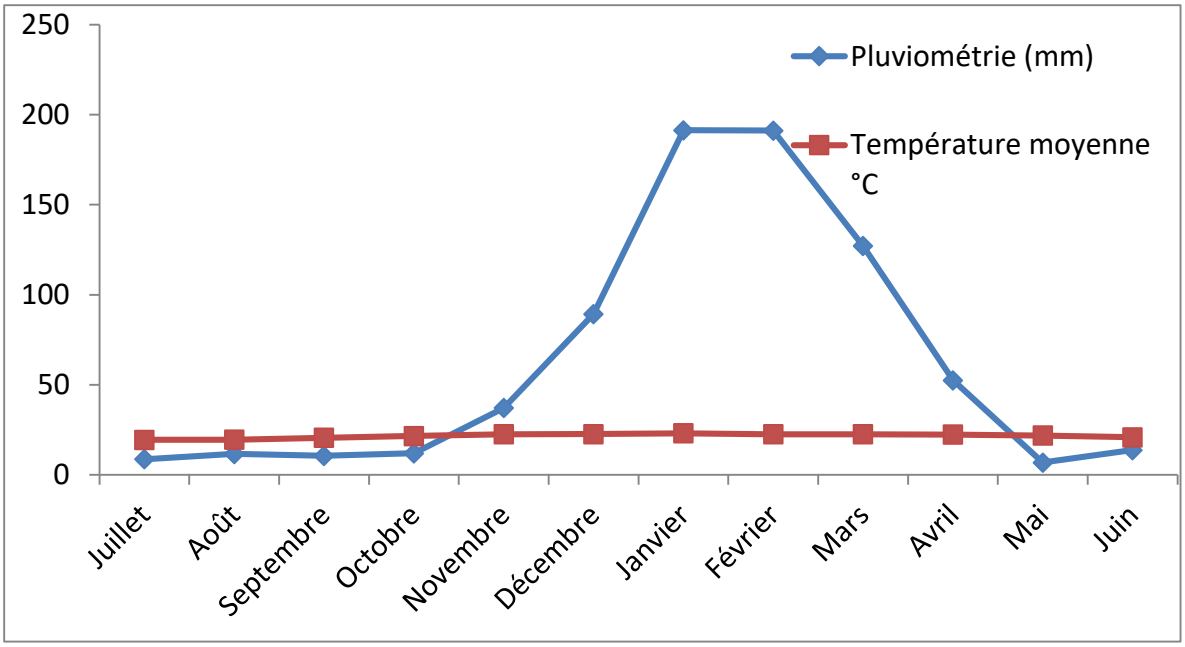


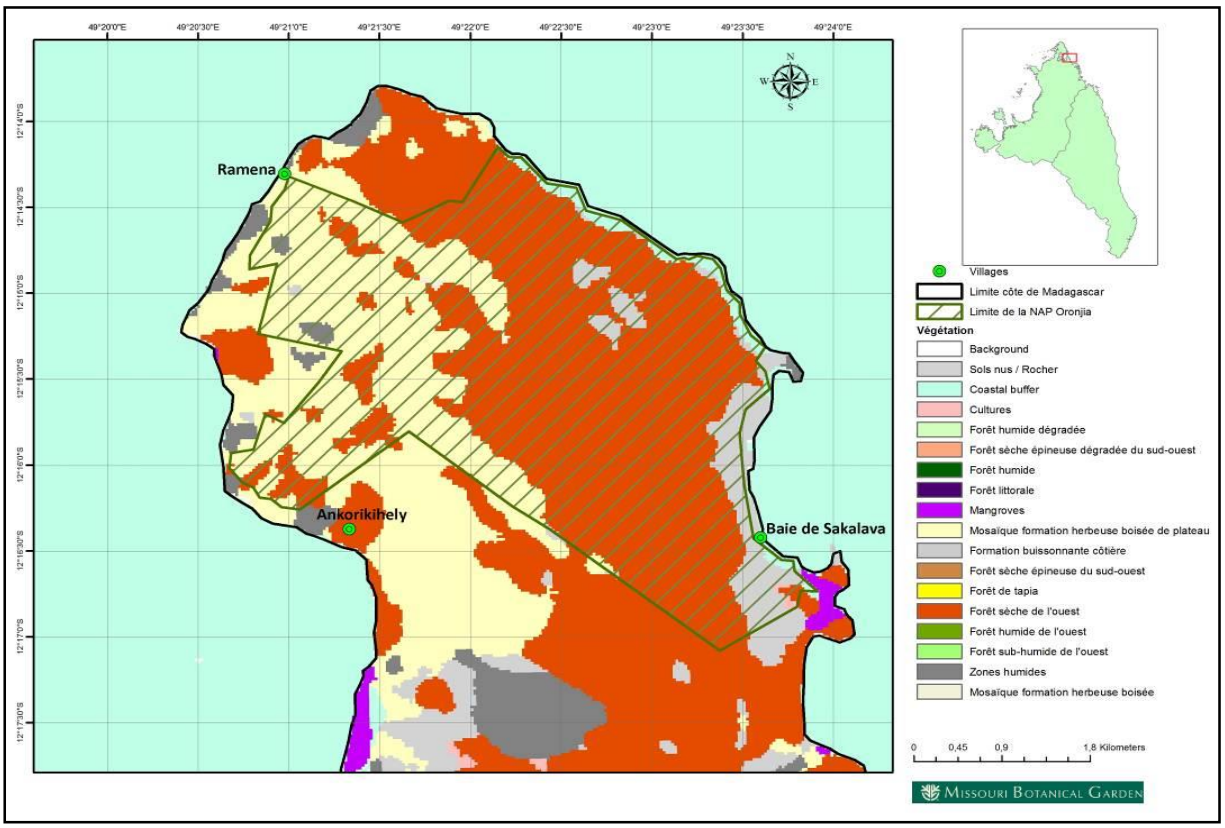
Figure 3 : Variation mensuelle de la courbe ombrothermique (2008-2014) (Source : Station météorologique d'Antsiranana, 2008)

I-1-6 Flore et faune

Le milieu biotique représente des êtres vivants tels que la faune et la flore dans une zone donnée. La végétation dans la NAP est une forêt sèche caducifoliée (carte 2).

La NAP Oronjia présente 229 espèces de plantes reparties sur 149 genres regroupés dans 58 familles. Parmi ces espèces, les neuf sont endémiques locales : *Premna orangeana* (VERBENACEAE), *Ivodea sahafariensis* (RUTACEAE), *Grewia sahafariensis* (TILIACEAE), *Delonix velutina (*FABACEAE), *Crossandra quadridentata(*ACANTHACEAE), *Uvaria antsiranensis (*ANNONACEAE), *Dioscorea orangeana* (DIOSCOREACEAE), *Stachy andramerana* (EUPHORBIACEAE) et *Memecylon antsiranensis* (MELASTOMATACEAE) (MBG, 2014).

Le site d'étude abrite 110 espèces d'animale de différente catégorie : 63 espèces d'oiseaux, 33 espèces d'amphibiens, 11 espèces de mammifères non primates et 3 espèces de primates (ANDRIAMAZAVA *et al*. 2008). Parmi ces espèces, 19 sont endémiques de Madagascar.



Carte 2: Végétation de la NAP Oronjia(Source : MBG, 2015)

I-1-7 Contexte socio-économique

La commune Rurale de Ramena est composée de quatre Fokontany: Ramena, Ivovona, Ankorikely et Andavakoera. Le Fokontany de Ramena et Ankorikahely constituent les zones

d'influence de la NAP Oronjia. Le nombre d'habitant est de 4686 dans les deux Fokontany, en 2011, dont 3075 habitants à Ramena (figure 4) et 861 habitants Ankorikahely (figure 5). La population est dominée par les Sakalava, mais, on note aussi la présence d'autres ethnies immigrées telle que les Tandroy, les Antemoro, les Betsileo, les Merina, et les étrangers. Les villages de Ramena, Ankorikihely et Baie de Sakalava, formant les zones d'influence de la Nap Oronjia connaissent un nombre d'habitants largement inégal. Ramena est le village le plus peuplé suivi Ankorikahely.

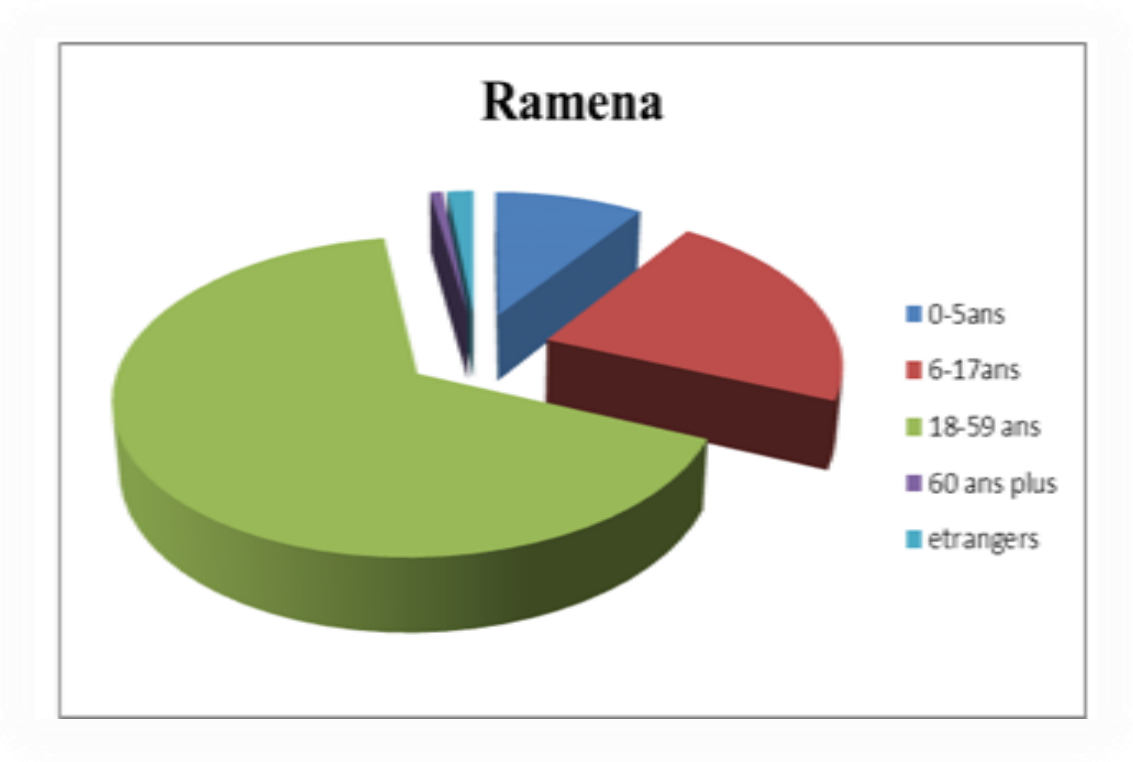


Figure 4 : Population humaine de Ramena (Source: Clertant, 2015)

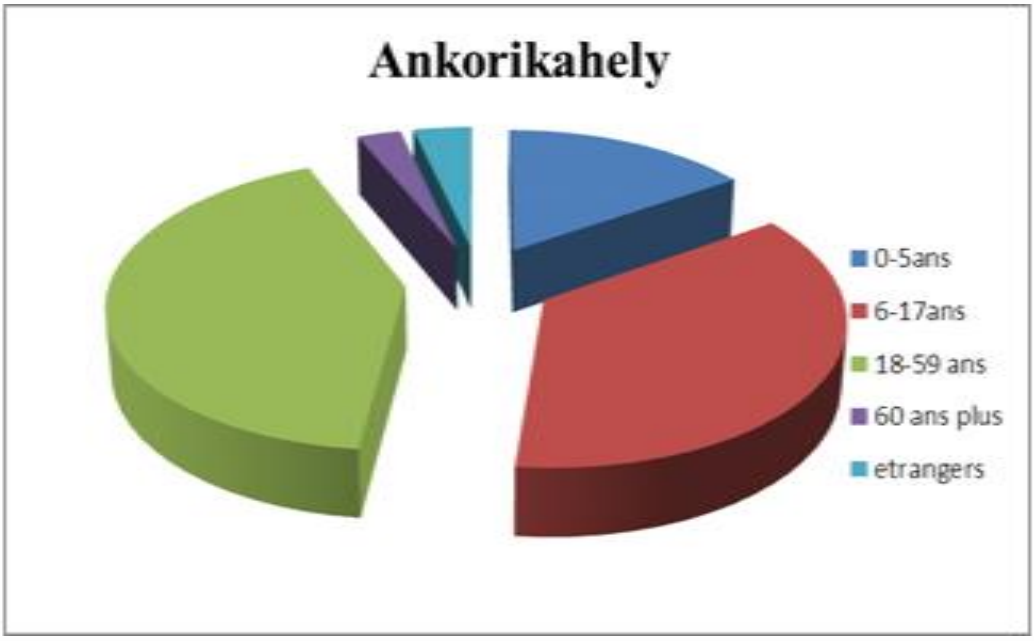


Figure 5 : Population humaine d'Ankorikahely (Source: Clertant, 2015)

- **Activités économiques**

Les activités économiques varient selon le secteur et la zone habitée. Les principales activités génératrices de revenus de la population sont la pêche, le tourisme, l'hôtellerie, l'élevage, l'de la ressource forestière et la culture vivrière.

- **La pêche**

La pêche est l'activité principale source de revenus de la population dans les Fokontany de Ramena et Ankorikahely (photo 1). La population exploite les ressources halieutiques en groupe et/ou par famille pour en tirant des revenus. Elle exploite les ressources non seulement en pêche à la ligne et en filet maillant mais aussi en pêche à la traine. Les poissons, céphalopodes (poulpes et calmar), les mollusques (bivalves) sont les produits les plus exploités en pratiquant à la fois la pêche traditionnelle et l'artisanale.

La pêche traditionnelle n'utilise qu'une simple pirogue et des filets, par lesquels, les produits obtenus sont destinés à la consommation et vente locales ou à sécher. Cependant,

la pêche artisanale utilise de pirogue motorisée, par laquelle, les produits obtenus sont destinés à la population de la ville de Diégo-Suarez.

- **Hôtellerie et élevage**

Le village Ramena possède de belle plage attirant les touristes, il est accessible en voiture pendant toute l'année. Les sites les plus visités sont la plage de Ramena, la baie de Sakalava, la baie des Dunes et la Mer d'Emeraude, expliquant la présence de nombreux hôtels et les petits restaurants.

Peu d'études sont disponibles sur ce secteur d'activité. Mais, l'élevage le plus prédominant est caractérisé par un élevage du type contemplatif de caprin et bovin (photo2). L'élevage de volaille est en faible quantité, destinée seulement pour la consommation locale.

- **Agriculture**

Avant la mise en place de la nouvelle aire protégée Oronjia, l'exploitation des ressources forestières a été considérée comme une principale source de revenu de la population. Les communautés pratiquent le charbonnage, la coupe sélective des bois et la collecte des ignames.

Avant, la population a fait des défrichements de la forêt pour la pratique de tavy afin d'y planter du riz. Cependant, après la restriction de cette activité dans la NAP Oronjia, la culture vivrière est plus pratiquée comme les maïs (photo3), patates douces, arachides, manioc et pastèque. L'agriculture est pratiquée seulement comme une activité d'appoint et les produits sont destinés à l'autoconsommation.

Photo 1 : Filet maillant (Source : Clertant, 2015)

Photo 2 : Elevage de zébu (Source : Clertant, 2015)

Photo 3 : *Zea mays* (Source : Clertant, 2015)

Deuxième partie : MATERIELS ET METHODES

II -1 MATERIEL BIOLOGIQUE

II-1-1 Classification botanique *Delonix velutina*

La position systématique selon (DU PUY *et al.* 1998) de *Delonix velutina* est la suivante :

- Règne : PLANTAE
- Embranchement : TRACHEOPHITA
- Classe : MANGOLIIDAE
- Ordre : FABALES
- Famille : FABACEA
- Genre : *Delonix*
- Espèce : *velutina*
- Nom vernaculaire : Hazondrangola

II-1-2 Description de l'espèce *Delonix velutina*

La description utilisée est basée sur celle de CAPURON (1960) et complétée avec les observations sur le terrain.

Delonix velutina : arbre, de 8 à 11 m de hauteur. Le tronc cylindrique (photo 4), plusieurs branches, écorce lisse, vieille desquamée et de couleur marron. Stipules caduques.

Feuille composée (photo. 5), paripennée et bipennée. La disposition verticillée, le pétiole 2 à 4 cm, le pétiole 0,5 à 1cm, la bordure entière, nervure pennée, apex arrondi.

Inflorescence axillaire, type en forme scorpioîde, fleur hermaphrodite (unisexuée), monoïque boutons floraux arrondis, 5 sépales libres, 5 pétales libres (plante pentamères), couleur interne et externe jaune, 10 étamines, médifixe, files libres, disque extra staminal, ovaires super, stigmate en bouteille et poilu.

Fruits en gousse (photo 5), (20 à 50cm de long et 3,9 à 4,7cm de large) avec des poils, secs et déhiscents bivalves, de couleur marron. La mesure de la graine 1,7cm de long et 0,7cm de large.

Photo 4 : Tige de *Delonix velutina* (Source : Clertant, 2015)

Photo 5 : Feuilles et gousses de *Delonix velutina* (Source : Clertant, 2015)

II-2 MATERIELS PHYSIQUES

Les matériels physiques pendant les travaux sur le terrain sont donnés dans le tableau.

Tableau 1 : Liste des matériels utilisés pendant le travail sur terrain

MATERIELS	UTILISATIONS
Global Positioning System (GPS)	Pour prendre les coordonnés du terrain
Boussole	Pour prendre l'orientation du plot
Cordes	Pour limiter du plot
Diamètre	Pour mesurer la longueur du plot
DBH mètre	Pour mesurer le diamètre des troncs d'arbres
Flag	Pour marquer les espèces ciblées
Bâton gradué	Pour mesurer la hauteur des plantes
Règle gradué	Pour mesurer des gousses et des graines

II-3- ETUDE PRELIMINAIRE

II-3-1- Etudes bibliographiques

Avant les descentes sur terrain, les documents relatifs aux thèmes de recherche ont été consultés, parmi lesquels :

- documents donnant des informations sur le statut de conservation (UICN, 2011);
- carte topographique, carte géologique et carte pédologique de l'arrondissement;
- des ouvrages généraux concernant les travaux déjà effectués dans la région.

II-3-2 Choix de site d'étude

Une fois arrivée sur le terrain, une prospection générale de la forêt a été réalisée. Elle consiste à cibler les différentes formations végétales présentes sur site. Le but de cette prospection est d'avoir un aperçu général sur la structure végétale, la composition florale et les conditions écologiques.

II-3-3 Choix de l'espèce étudiée

Le choix de l'espèce à étudier, c'est pour avoir des données complètes sur *Delonix velutina* et améliorer ses gestions. Cette espèce à étudier a une haute importance du fait des caractéristiques suivantes:

- rareté de l'espèce et enregistrée dans la liste rouge (UICN, 2011);
- endémique: l'espèce endémique a été choisie parce qu'elle construit la forêt d'origine et restaure l'écologie du site;
- très utilisée par les pêcheurs locaux.

II-4 METHODE D'ETUDE BOTANIQUE

La forêt d'Oronjia est une forêt sèche hébergeant nombreuses espèces endémiques locales au Nord de Madagascar, et menacées dont *Delonix velutina*, (FABACEAE) qui a été

classée comme en danger critique (UICN, 2011). Sa distribution est limitée dans l'extrême Nord de Madagascar, dont son habitat potentiel est la forêt d'Oronjia.

II-4-1 Phénologie

Elle est l'ensemble des études de rythmes biologique des plantes. La phénologie exprime le cycle saisonnier de la reproduction des végétaux (WHITE et EDWARDS, 2000). Dans l'étude phénologique, nous avons noté le stade biologique pendant la descente sur terrain. Les cycles phénologique pris en compte sont :

- fructification;
- chute des feuilles;
- bourgeonnement;
- floraison

II-4-2 Régénération naturelle

C'est l'ensemble des processus de reconstitution d'un individu ou la multiplication sans intervention sylvicole (ROLLET, 1983). En général, les facteurs intervenant dans la régénération naturelle d'une espèce, sont la dispersion des graines, les informations sur le taux de régénération, la germination des graines et des dispersions de la diaspore.

- **Dispersion des graines**

Elle est une étape importante dans la régénération d'une espèce. Des informations sur l'agent et le mode de dispersion des graines sont importantes dans l'étude de la régénération. Les agents potentiels de dispersion des graines sont en relation avec les caractéristiques de ces dernières, notamment par les caractéristiques des fruits, des graines (couleur, dimension, forme, composition et goût). Des informations collectées auprès des guides et villageois lors des descentes sur le terrain peuvent renseigner le disséminateur des graines de l'espèce cible.

- **Germination**

La germination est le développement de l'embryon contenu dans la graine grâce à l'albumen de la graine (BOUILLARD, 1988). Elle commence par l'hydratation des graines, l'apparition de la radicelle et se termine par la formation de deux feuilles et de dicotylédones.

- **Essai de germination in- situ**

Un essai de germination a été fait dans une partielle de site d'étude ; avec une sous forme de plate-bande mesurée de 2 m *2 m (photo 6). Les graines, sans prétraitement, ont été semées dans cette plate-bande au début du mois de décembre.

Photo 6 : Essai de la germination in situ (Source : Clertant, 2015)

- **Pépinière**

Un essai de germination ex-situ a été effectué dans le milieu de la pépinière (photo 7) ; avec de 75 pots sont rebouchés de sol noir et bouse de bœuf. Avant de semer, les graines sont traitées à l'eau bouillante de 75°C. Les graines chaudes ont été recouvertes des tissus pendant 24h avant de mettre dans les pots.

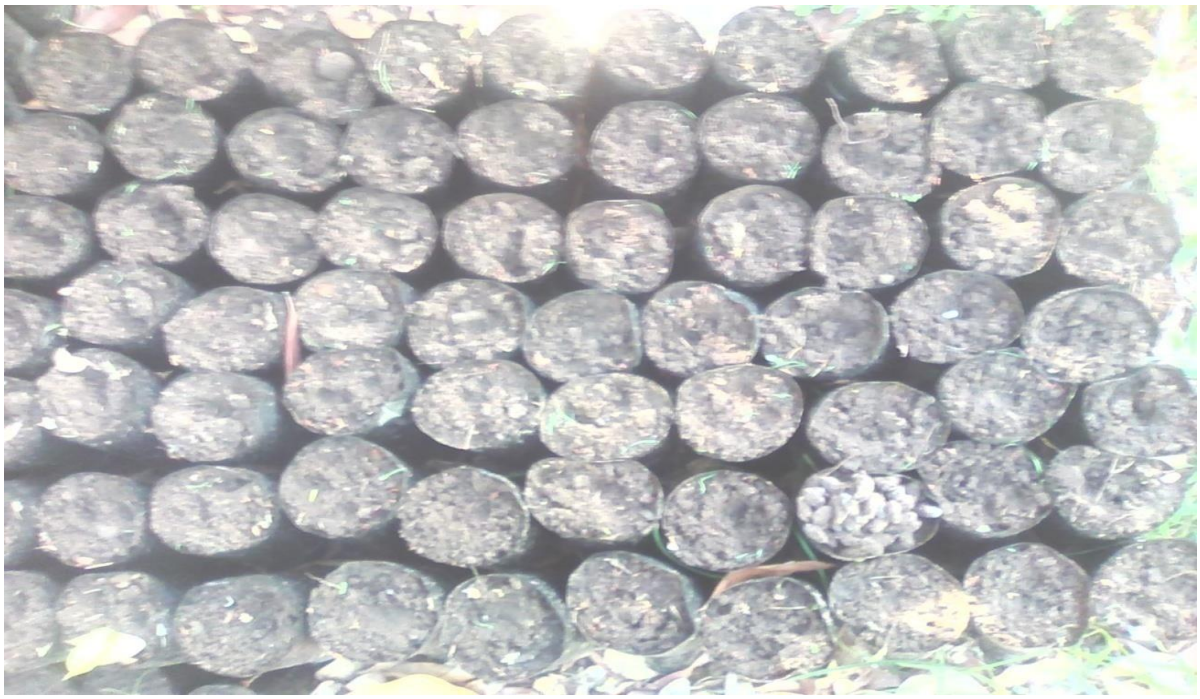


Photo 7 : Essai de la germination dans la pépinière (Source : Clertant, 2015)

- **Taux de régénération naturelle**

Pour évaluer le taux de génération, dans une parcelle de 20 m x50 m, tous les individus de l'espèce cible ont été comptés. Ces individus sont repartis en deux classes de diamètre : les semenciers et les régénérations.

Les individus ayant un diamètre < 5cm sont classés comme individus de régénérations et ceux ayant un diamètre >5cm constituent les semenciers.

Le taux de la régénération (Tr) est le pourcentage entre le rapport du nombre des individus régénérés et du nombre des individus semenciers.

$$Tr = (Nr / Ns) * 100$$ (ROTHE, 1964)

Avec:

- Nr : Nombre des individus régénérés ;
- Ns : Nombre des individus semenciers ;
- Tr % : Taux de régénération en pourcentage.

Le taux de régénération donne une appréciation sur la capacité de régénération de l'espèce étudiée, entre autres (ROTHE, 1964) :

- la régénération est en difficulté si Tr est compris entre 0% à 99%;
- la régénération est en moyenne si Tr varie de 100% à 999 %;
- la régénération est élevée si Tr est de plus 1000%.

II-5 METHODE D'ETUDE ECOLOGIE VEGETALE

II-5-1 Méthode de placeau

Nous voyons l'interdépendance de la plante ciblée et le milieu, il a été utilisé pour faire une observation conjointe de l'une et de l'autre (GODRON, 1983). La méthode de placeau de BRAUN BLANQUET (1965) a été utilisée pour l'inventaire de *Delonix velutina*. Le placeau a été installé dans la zone homogène de la formation végétale en subdivisant de 10 placettes (figure 6). A l'intérieur de placeau, nous avons étudié la structure verticale de la forêt, la structure horizontale et la régénération naturelle. Le nombre de placeaux a été varié entre 5 à 10 par parcelles et la répartition continue dans la forêt.

La surface de placeau est un rectangle de 50 m de longueur et 20 m de largeur

Pour l'emplacement des placeaux, les critères suivants ont été pris en compte :

- l'homogeneite floristique ;
- accessibilite de site ;
- altitude10 à 100m.

Figure 6 : Installation de placeau (source : Clertant, 2015)

II-5-2 Structure verticale

C'est la répartition et l'agencement des plantes les unes par rapports aux autres pour constituer une formation végétale particulière (GUINOCHET, 1973). La méthode de Gauthier (GAUTHIER, 1994) a été utilisée pour étudier la structure verticale de la plante (figure 8). Elle permet de savoir la stratification et le recouvrement de la végétation. Cette méthode a été réalisée sur la ligne de 50 m de longueur à l'intérieur de chaque placeau. Les points de contacts de la plante avec le bâton gradué ont été notés par un mètre et les hauteurs de la végétation de plus de 7 mètre ont été estimées. Cette technique permet de montrer la stratification d'une formation végétale. Le traitement des données collectées sur tableur Excel et leurs représentations permettent de ressortir le profil schématique de la végétation. Le

recouvrement est la surface recouverte de la plante par rapport à la surface totale de relevé étudié (EMBERGER, 1983). Pour connaitre le recouvrement, nous avons procédé au comptage de nombre de carreaux dans les profils structuraux et ils représentent les diagrammes de recouvrement correspondants. La structure verticale a été comptée au nombre de trois.

La référence de GODRON et *al* (1983), comme l'échelle de recouvrement concerne le degré de l'ouverture des strates. Plus l'ouverture est élevée, la forêt est très dégradée. Plus l'ouverture est fermée, la forêt est moins dégradée ou intacte. Les échelles de recouvrements sont les suivantes :

- si le diagramme de recouvrement est supérieur à 90%: strate fermée;
- si le diagramme de recouvrement est entre 75% et 90 %: strate peu ouverte;
- si le diagramme de recouvrement est compris entre 50% et 75%: strate semi-ouverte;
- si le diagramme de recouvrement est compris entre 25% et 50%: strate ouverte;
- si le diagramme de recouvrement inférieur à 25%: strate très ouverte.

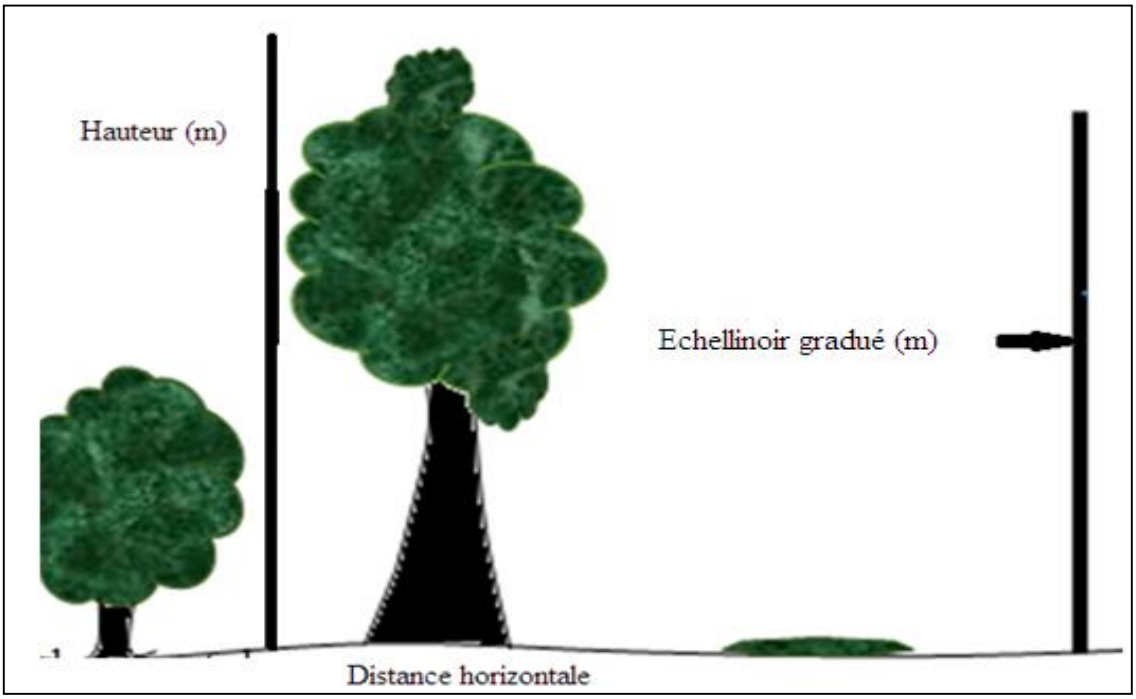


Figure 7 : Disposition de prélèvement selon la méthode de GAUTIER

(Source : Clertant, 2015)

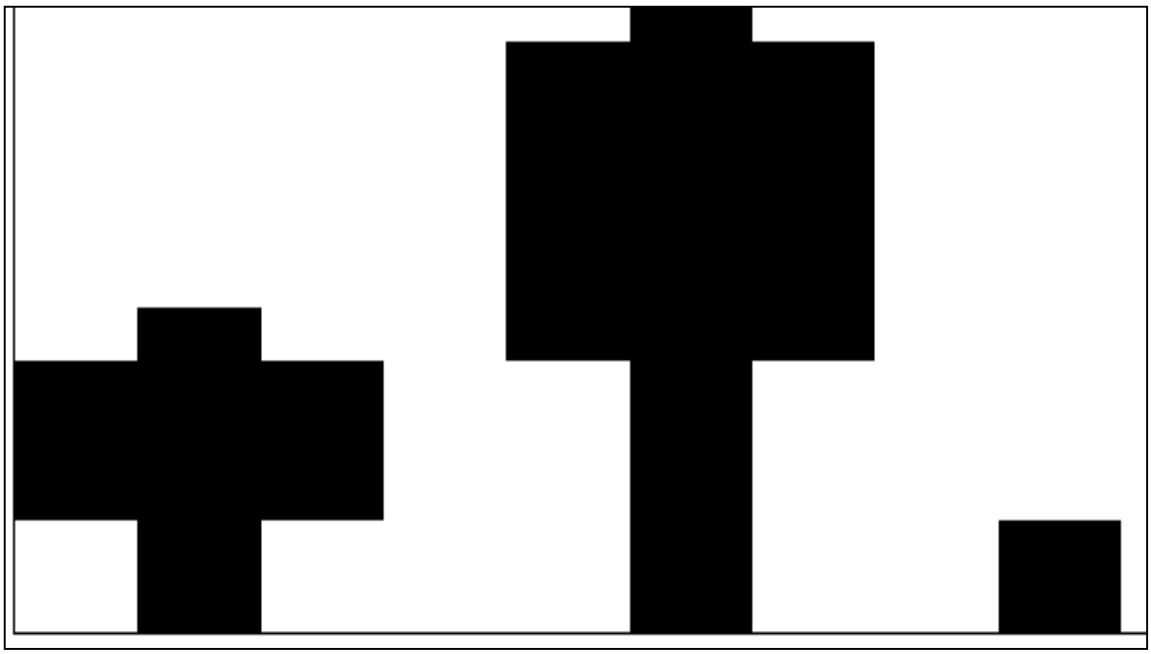


Figure 8 : Exemple de structure verticale de la forêt (Source : Clertant, 2015)

II-5-3- Structure horizontale

La répartition des masses végétales dans le plan horizontal est indiquée par la structure horizontale (GOUNOT, 1969). La description relève la continuité de chaque strate, les espèces dominantes, les grands arbres et les émergeants. La méthode de Godron (GODRON *et al*. 1983) a été utilisée en dressant le profil schématique d'une partie de la végétation sur un transect 50 m de longueur. Toutes les espèces de plante touchant la ligne de transect sont dessinées sur le profil et les plantes comprises dans les deux bandes parallèles sont projetées sur ce profil. Ce dernier permet la visualisation de l'architecture des formations étudiées en tenant compte des diamètres, la hauteur de fût, la hauteur maximale et les distances entre les pieds des arbres.

- **Structure de la population de *Delonix velutina***

Elle peut être étudiée à l'aide de la structure ou la démographie en déterminant une espèce cible dans chaque plot. Les espèces se sont reparties par classes de diamètre (cm) et l'analyse de la répartition des classes de diamètre permet d'avoir des informations sur la régénération de l'espèce et de la structure de la population. Selon ROLLET en 1979, les classes de diamètres montrent sur un histogramme présentant :

- une allure en escalier traduit un problème sur la régénération ;
- une allure en « L» ou en «J» inversé marque une bonne régénération.

Dendrométrie de l'espèce

La dendrométrie est une méthode qui permet de mesurer et d'estimer la taille et le volume possible des arbres.

Elle est effectuée par la mesure du diamètre de la hauteur de poitrine (DHP) et avec la hauteur de fût (Hf) de chaque individu.

Deux paramètres ont été étudiés sue la dendrométrie : l'évaluation de la surface terrière et le biovolume.

La surface terrière d'un arbre, c'est la surface de la section transversale de son tronc à 1,30 m de hauteur. Et la surface terrière d'un peuplement des arbres, c'est la surface que représenteraient tous les troncs des arbres d'un hectare de la forêt que l'on aurait coupé à 1,30m de hauteur. Elle est évaluée à partir de la formule :

$$gi = di^2 * \pi / 4$$ (DAWKINS, 1959)

gi**:** La surface terrière (m²)

Π: Pi

di: Diamètre de chaque individu

La surface terrière total de la population végétale est égale :

$$G = \sum gi$$ (DAWKINS, 1959)

G : Surface terrière totale (m²/ha)

- Le biovolume est le volume estimatif fixant sur l'évaluation de la production forestière. Le calcul est utilisé par la formule :

$$V = f' * \sum_{i=1}^{x} (gi * hi)$$ (DAWKINS, 1959)

V **:** Biovolume (m³/ha)

gi : Surface terrière

hi : hauteur du fût de chaque individu

f': coefficient naturel de forme :

- f': 0,56 pour le paraboloïde;
- f': 0,41 pour le cône ;
- f': 0,34 pour le néloïde.

Le biovolume est estimé à partir de la considération de ROGER & RABARISON (2000):

- biovolume supérieur à 250 m^3/ha est élevé;
- biovolume entre 50 et 250m^3/ha est moyen;
- biovolume inférieur à 50 m^3/ha est faible.

-**Densité spécifique**

La densité spécifique est le rapport entre le nombre des espèces recensées avec une unité de surface.

$$d = N / P$$ (SCHATZ, 2000)

d: densité;

N: nombre total des individus dans la parcelle ;

P: surface totale de parcelle.

II-5-4 Abondance de l'espèce

L'abondance traduit le nombre des individus de l'espèce cible par unité de surface. La méthode de GOUNOT (1969) a été adoptée pour l'évaluation de cette abondance. Nous avons fait un ou deux placeaux dans un secteur pour évaluer l'abondance de cette espèce. Seulement les individus cibles à l'état jeune et matures ont été considérés dans le comptage. L'abondance est évaluée en utilisant la formule suivante :

$$Ab = s * d$$ (SCHATZ, 2000)

Ab: l'abondance spécifique ;

s: la sous population étudiée (aire);

d: densité spécifique dans le site.

Le critère de risque d'extinction, il existe trois échelles pour évaluer l'abondance en classant un taxon dans une catégorie (UICN, 2001) :

- 250 individus matures par hectare : espèce en danger critique d'extinction ;
- 2500 individus matures par hectare : espèce en danger ;
- 10000 individus matures par hectare : espèce vulnérable.

II-6 ETUDE PHYTOSOCIOLOGIE

Les espèces associées sont des espèces végétales qui poussent dans les mêmes endroits que l'espèce cible. La présence des espèces associées indique des relations avec l'espèce cible telles que les mêmes conditions de vie et l'habitat (figure 9). La méthode Quadrant Centré en un point (QCP) a été utilisée pour la collecte de ces données. Les choix des arbres jugés comme associés ont été matures ou fertiles. Les mesures entre eux sont inferieur 5 mètres et de plusieurs répétitions.

Toutes les espèces identifiées ont été déterminées sur le terrain sous leurs noms vernaculaires avec l'aide des guides avant l'identification des noms scientifiques. Les guides ont donné les noms vernaculaires des plantes et ont identifié avec les documents déjà existé. La formule a été utilisée pour calculer la fréquence d'association de chaque espèce.

$$Fr = (Ni / Nt) * 100$$ (SMITH, 1964)

- Fr (%) : Fréquence en pourcentage ;
- Ni : nombre total d'un taxon ;
- Nt : nombre total des espèces relevées.

Une fréquence supérieure à 10% pour la famille et supérieure à 5% pour les espèces signifient qu'elles sont en relation étroite avec l'espèce cible (RANDRIANTAFIKA, 2000).

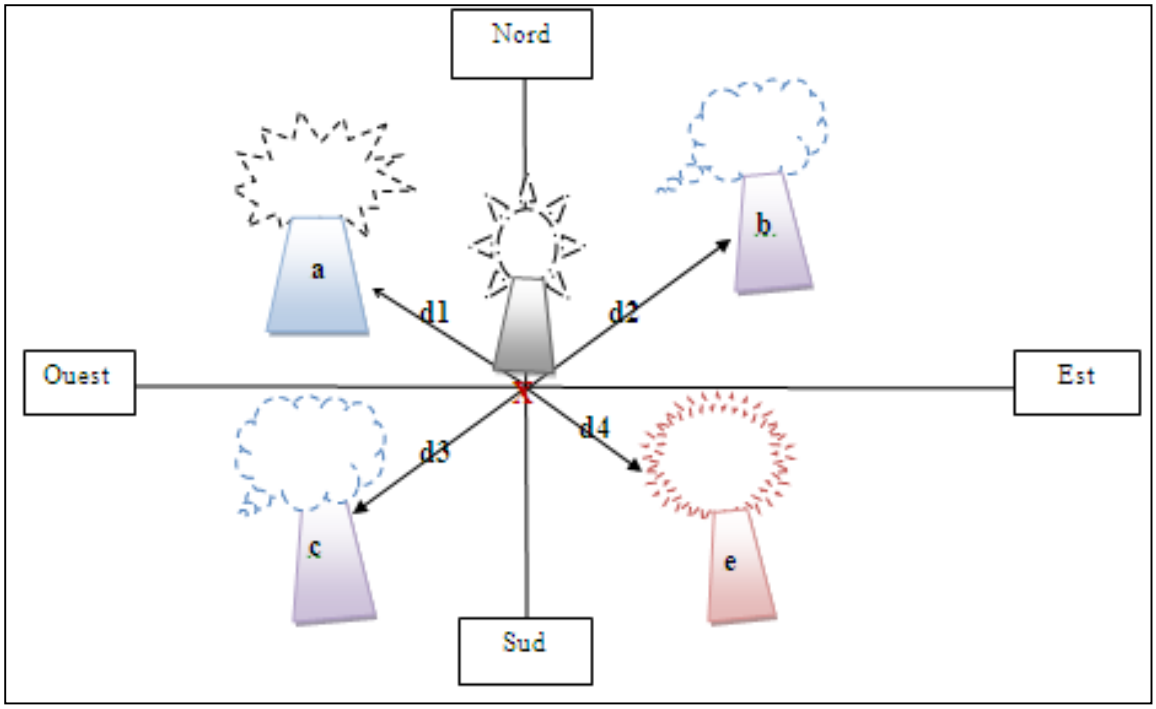


Figure 9 : Plantes associées (Source : Clertant, 2015)

- a, b, c et e: représentent les espèces associées
- X : représente une espèce cible.
- d : représente respectivement la distance entre l'espèce cible et l'espèce associée.

II-7 ENQUETE ETHNOBOTANIQUE

Le terme ethnobotanique a été défini par le botaniste américain (JOHN, 1985), c'est l'étude de relation entre la plante et l'homme. L'objectif de l'enquête ethnobotanique est de chercher les informations sur les modes d'utilisation de la population d'une espèce.

Technique d'enquête

La technique d'enquête est verbale entre un, deux ou plusieurs personnes. Les catégories des personnes enquêtées sont :

- des femmes, des hommes pécheurs;
- des autorités,
- toutes classes d'âge connaissant la forêt et l'utilisation de l'espèce cible.

La méthode d'enquête que nous avons adoptée est la question réponse. Elle était réalisée par libre-échange. Les questionnaires sont des questions réponses pour que l'interlocuteur interviewé donne de maximum d'information.

La recherche indice résulte l'importance d'utilisation de la plante.

$$Iu(\%) = (Npu / Npe) * 100$$ (PHILLIPS ET GENTRY, 1993)

Avec :

Iu (%) : Indice d'utilisation en pourcentage ;

Npu : Nombre des personnes obtenus pour préciser l'utilisation ;

Npe : Nombre total des personnes enquêtées.

- si la valeur d'Iu est comprise entre 60 et 100%, la plante est très connue et utilisée;
- si la valeur d'Iu est comprise entre 30 et 60%, la plante est en moyennement connue et moyennement utilisée;
- si la valeur d'Iu est inférieure à 30%, l'espèce est peu connue et peu utilisée.

Troisième partie : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

III.1 CARACTERISTIQUES DU SITE D'ETUDE

La forêt d'Oronjia est une forêt se situant dans la partie nord de Madagascar. Pendant une année, elle traverse la saison sèche pendant une période de sept (07) mois. Ce site couvre une surface totale de 1648 ha avec des sols sableux et sablo-calcaires. Sur cette zone, six secteurs seulement a été étudié à raison de temps.

Le tableau ci-dessous récapitule les caractéristiques de la forêt *Delonix velutina*.

Tableau 2 : Caractère du milieu de prélèvement

Coordonnées	Altitude (m)	Hauteur max des végétaux (m)	Type de sol	Observation
S12°15'57 .0 ''	57	5	Sable fin roux	Milieu de fabrication de charbon
E049°22'19.0''				
S12°16'13.9''	39	7	Sable fin roux	Alternance de tapis herbacé
E049°22'28.0''				
S12°15'13.5''	78	10	Sable fin roux et de calcaire	Nombreux et grands *Delonix velutina*
E049°22'16.0''				
S12°16'11.8''	65		Sable fin roux	Champ de culture de pastèque et maïs
E049°22'42.1''				
S12°15'37.7''	30	11	Sable fin roux	Une pirogue pourrie envoie de la construction
E049°22'38.3''				
S12°16'49.5''	26	6	Sable fin roux et de calcaire	Beaucoup d'exploitations des tubercules de *Discorea orangea*
E049°23'01.5''				
S12°16'40.4''	41	11	Sable fin roux et de calcaire	Divagation du bétail
E049°23'17.5''				
S12°27'40.8''	28	6	Sable fin roux	La culture de pastèque et de campement
E049°57'68.6''				

III-2 STRUCTURE VEGETALE

III.2.1. Structure verticale

La structure verticale de l'habitat est représentée par les profils schématiques en trois placeaux. Le profil schématique du placeau 1 (Figure 10) montre la présence de trois strates :

- 0 à 1m : la strate inferieure avec un taux de recouvrement de 48%. Cette strate est saisonnière et recouverte de tapis herbacé de genre *Thylachim*, les lianes et *Hippocratea sp*. Le taux de recouvrement relativement faible.
- 1 à 3m : la strate moyenne avec un taux recouvrement de 76 % et peu ouvert. Elle est formée par *Hypoestes cernua*, *Tricalycia ovalifolia, Brexia,Diospyros spinoza*et *Erythrolum platycladum*.
- 3 à 7m : la strate supérieure avec un taux de recouvrement variant entre 17 à 63 %, elle est semi-ouverte et est composée de *Sclerocarya birea*, *Delonx regia* et *Delonix velutina*.

Le profil schématique du placeau 2 (Figure. 11) montre la présence de trois strates :

- 0 à 1m : strate inferieure avec taux de recouvrement de 64%. Elle représente beaucoup de liane, *Dracaena reflexa* et *Diospyros sp*. Elle est semi- ouverte.
- 1 à 3m : strate moyenne, avec 40 % de taux de recouvrement et elle est ouverte. Lesespèces dominantes sont *Brexia, Capurodendron nodosum, Hypoestes cernua,Abrahamia suarenzinsis* et *Drypetes radamae.*
- 3 à 7m : la strate supérieure varie entre 22 à 14%, le taux de recouvrement est très ouvert. Cette strate est formée de *Delonix regia, Delonix velutina* et *Sclerocary abirea*.

La figure (12) montre quatre strates du placeau3 :

- 0 à 1m : strate inferieure avec un taux de recouvrement de 62 % et elle est semi ouverte. Elle est formée de tapis continu herbacé et de *Landolphia sp*.

- 1 à 3m : strate moyenne avec taux de recouvrement de 74% et elle est semi-ouverte. La strate est composée de *Diospyros spynoza*, *Capurodendron ladifolium* et *Boudouinia fluggeifformis.*
- 3 à 7m : strate supérieure entre 10 à 33 % de taux de recouvrement, elle est ouverte. Elle est composée de *Dalbergia sp, Sclerocarya birea, Grewia sp* et *Dichrostachys.*
- 7 à 11m : canopée, le taux de recouvrement est de 5%. L'espèce dominante est *Delonix velutina.*

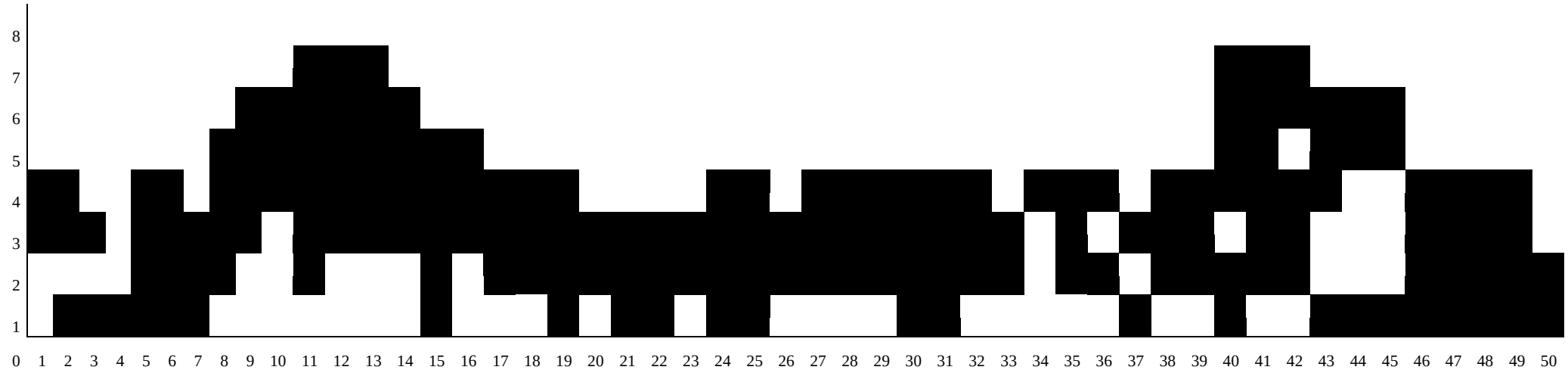


Figure 10 : Structure verticale du secteur 11 (Source : Clertant, 2015)

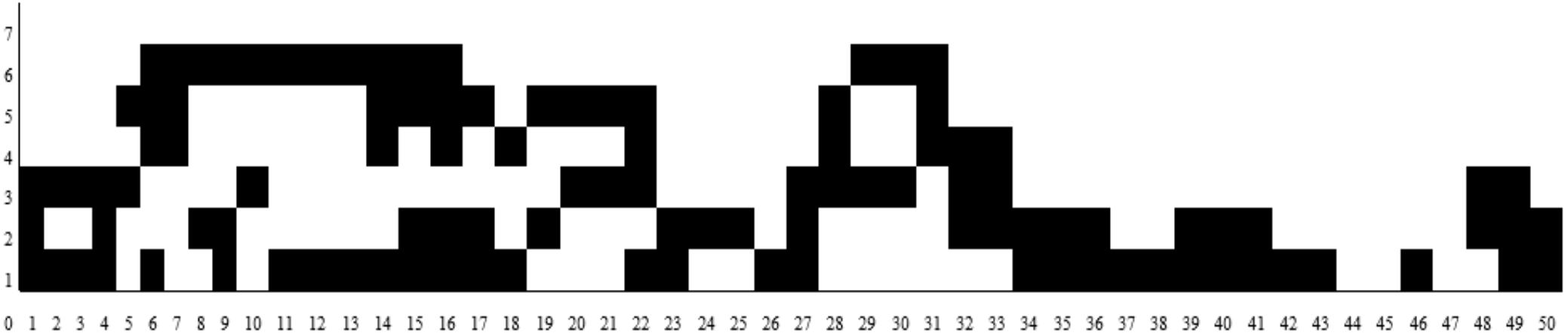


Figure 11 : Structure verticale du secteur 12 (Source : Clertant , 2015)

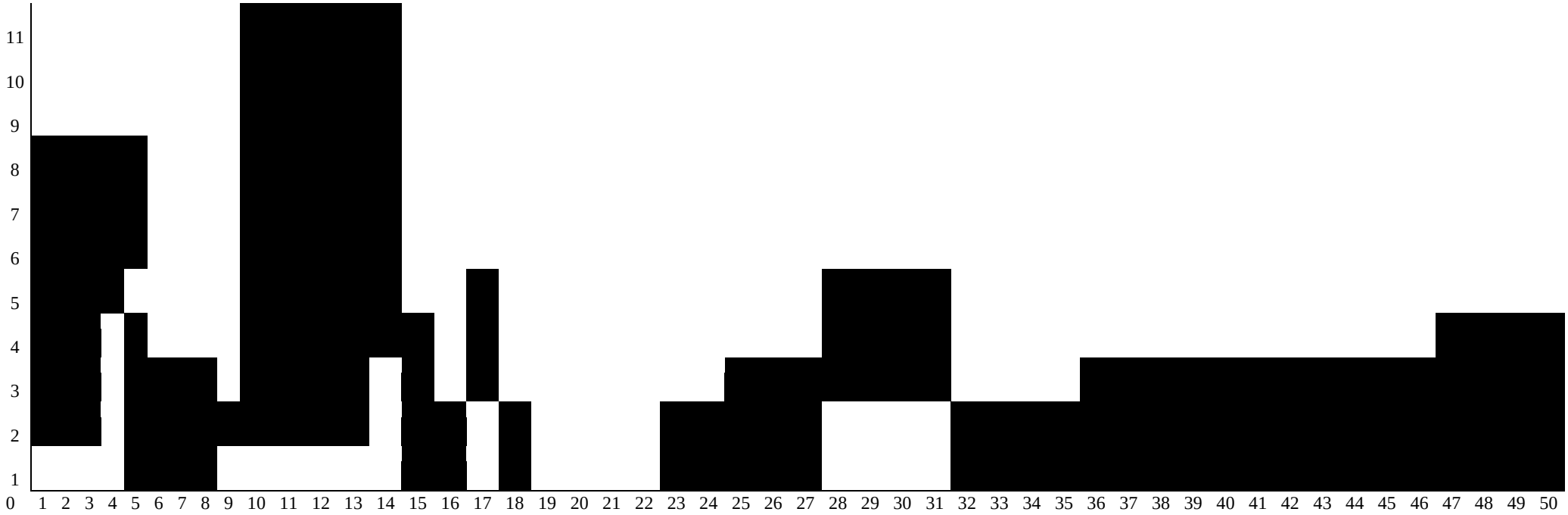


Figure 12: Structure verticale du secteur 8 (Source : Clertant, 2015)

III-3 REGENERATION NATURELLE DE *Delonix velutina*

La régénération a été obtenue à partir de l'enquête et l'observation directe sur le terrain :

- la phénologie;
- la dispersion des graines;
- la structure de la population;
- le taux de régénération.

III-3-1 Phénologie

La connaissance de la phénologie comme la feuillaison, la floraison, la fructification et le bourgeonnement est importante pour rétablir le calendrier phénologique de cette espèce.

La chute des feuilles dure huit mois. Elle commence au mois de mai et se termine au mois de novembre.

La période de floraison a commencé au début de mois d'octobre. Les boutons floraux apparaissent avant la feuillaison. La floraison est en grappe et elle se termine au mois de novembre.

Après la pollinisation, la fleur se transforme en fruit. La fructification a commencé au mois de décembre et les fruits sont secs à partir au mois d'avril. Ils persistent pendant toute une année.

Le bourgeonnement débute au mois de décembre et se termine au mois d'avril.

Le tableau 3 récapitule l'état phénologique de cette espèce.

Tableau 3: Calendrier phénologique

Périodes	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai
Floraison												
Fructification												
Bourgeonnement												
Chutes des feuilles												

Légende

Floraison

Fructification

Bourgeonnement

Chute des feuilles

III-3-2 Dispersion des graines

Les fruits de *Delonix velutina* sont de longues gousses déhiscentes et ligneuses (photo 8). Ces fruits tombent sur le pied de la plante mère. Ce type de dispersion est barochore, cela veut dire qu'ils sont lourds. Ils tombent au sol, après quelques mois se cassent. La germination des graines est rare au pied de la plante mère à cause de la solidité de la gousse et de la cuticule des graines épaisses (photo. 9).

Photo 8: Fruits secs de *Delonix velutina* (Source : Clertant, 2015)

Photo 9 : Graines de *Delonix velutina* (Source : Clertant, 2015)

III-3-3 Structure de la population de *Delonix velutina*

La répartition des classes du diamètre de l'espèce cible est donnée par les diagrammes (Figure 13 à Figure 18) dans les partielles suivantes :

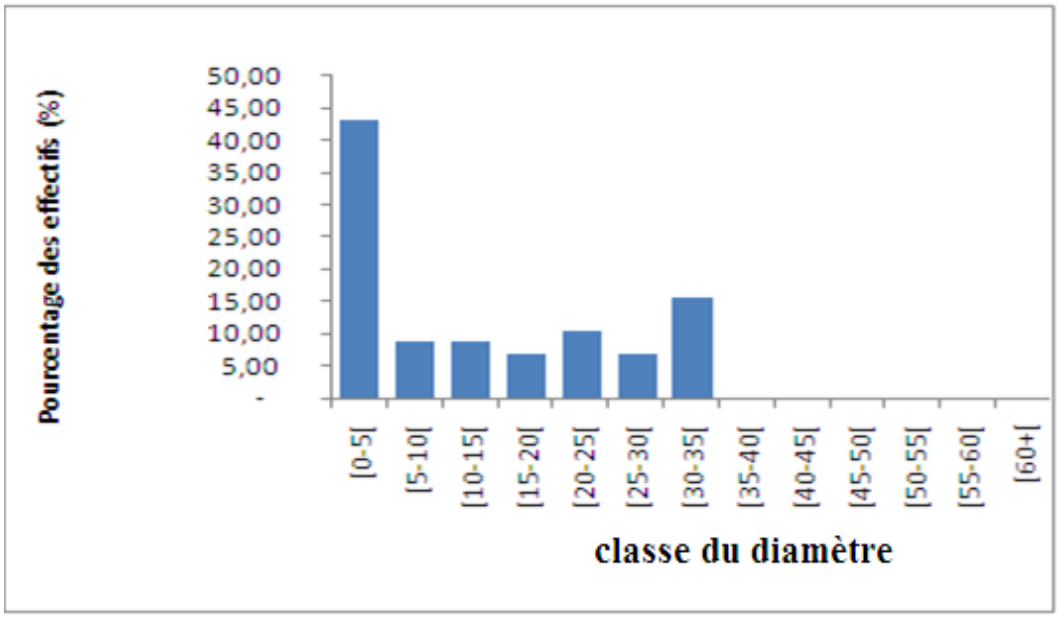


Figure 13 : Diagramme de la population de *Delonix velutina* dans la partielle du Cote 84 (Source : Clertant, 2015)

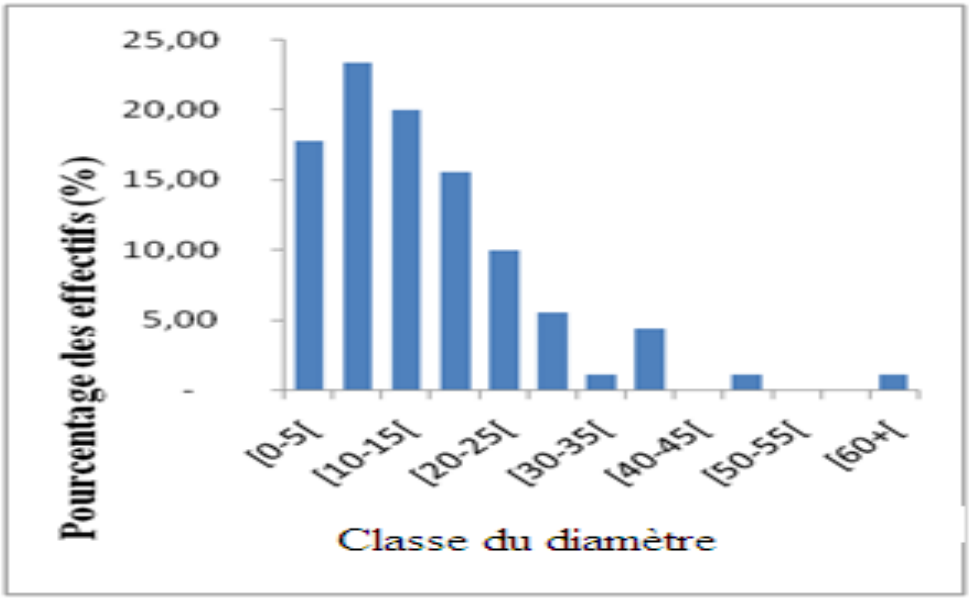


Figure 14 : Diagramme de la population de *Delonix velutina* dans la partielle du Matsabory Sénégal (Source : Clertant, 2015)

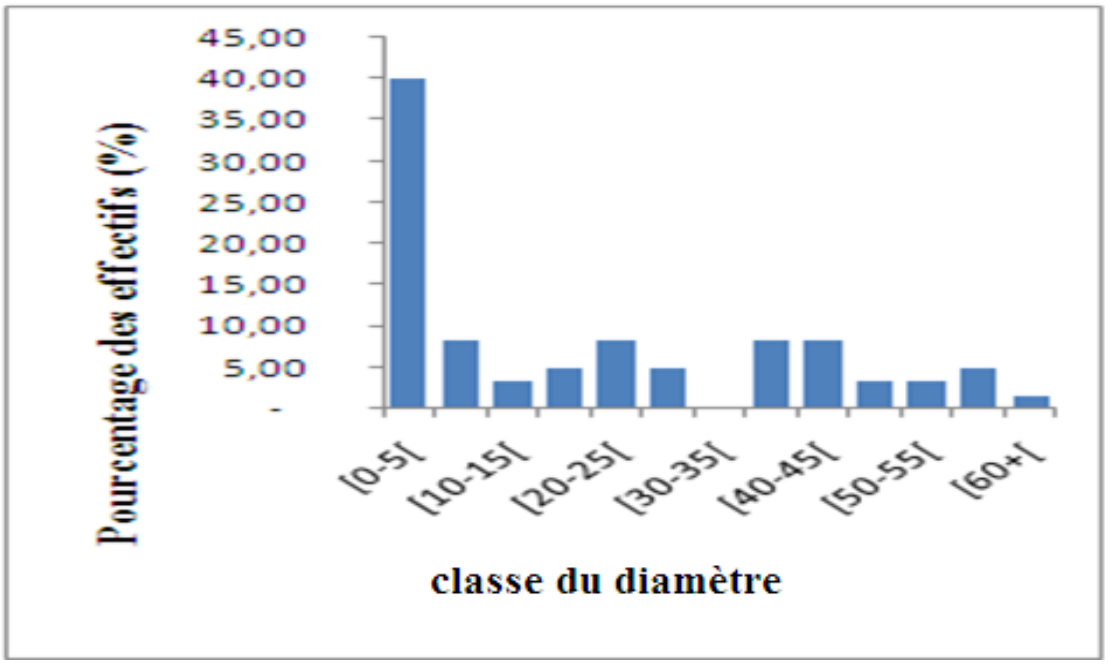


Figure 15 : Diagramme de la population de *Delonix velutina* dans la partielle d'Analamerana (Source : Clertant, 2015)

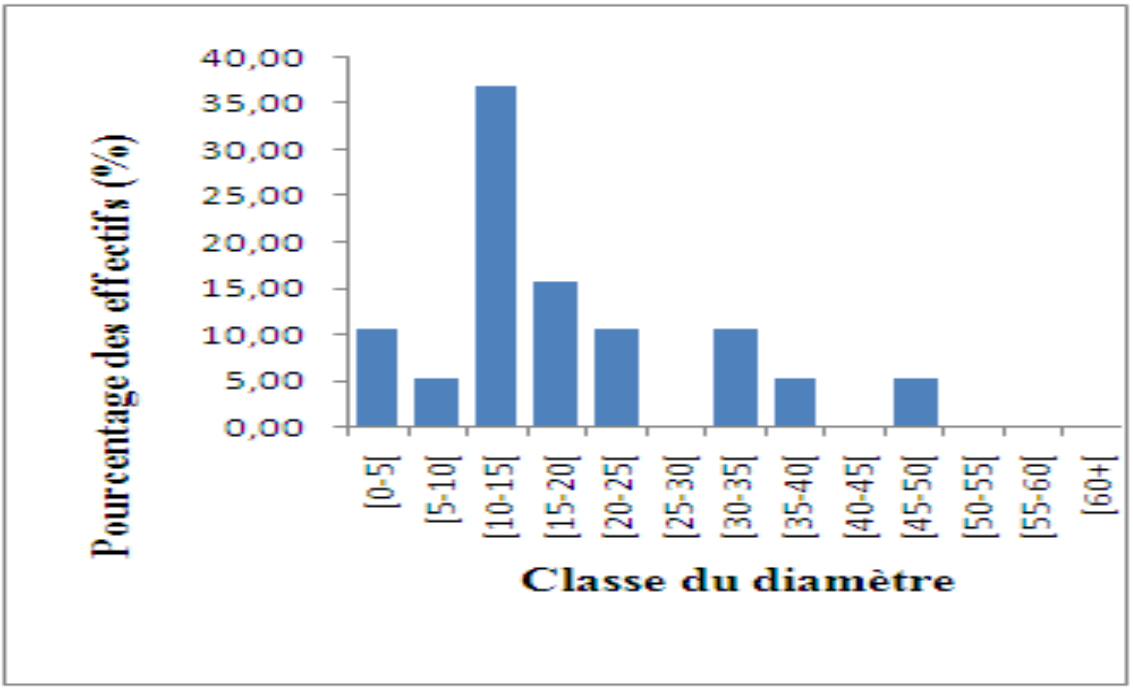


Figure 16 : Diagramme de la population de *Delonix velutina* dans la partielle du Mamelon Vert (Source : Clertant, 2015)

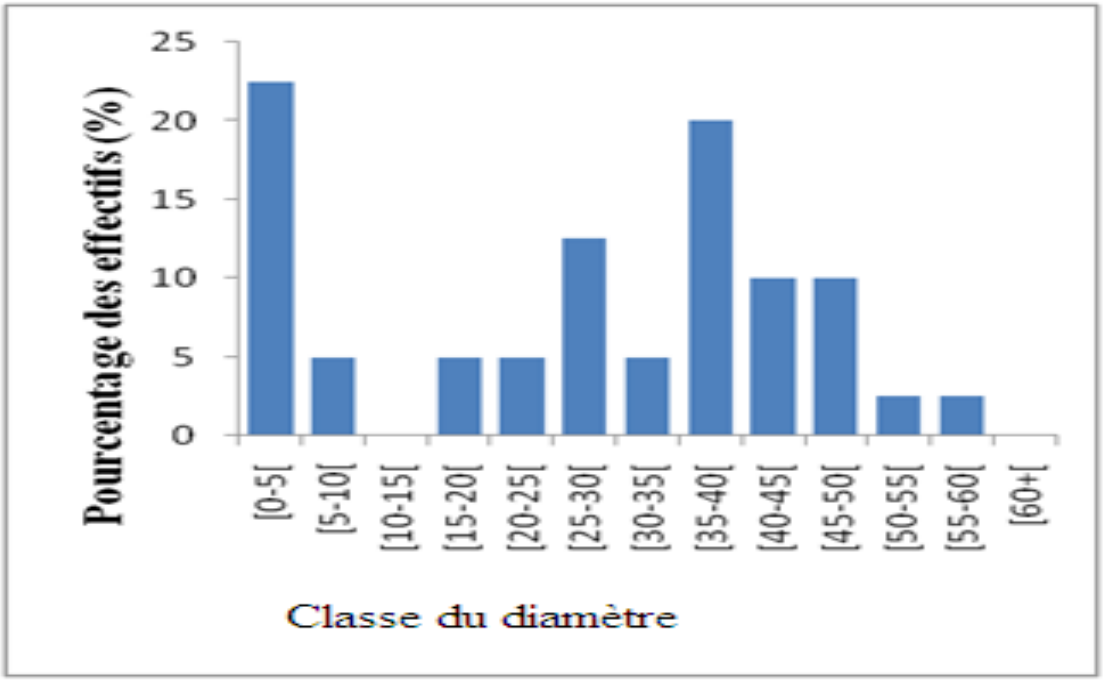


Figure 17 : Diagramme de la population de *Delonix velutina* dans la partielle d'Ambararata (Source : Clertant, 2015)

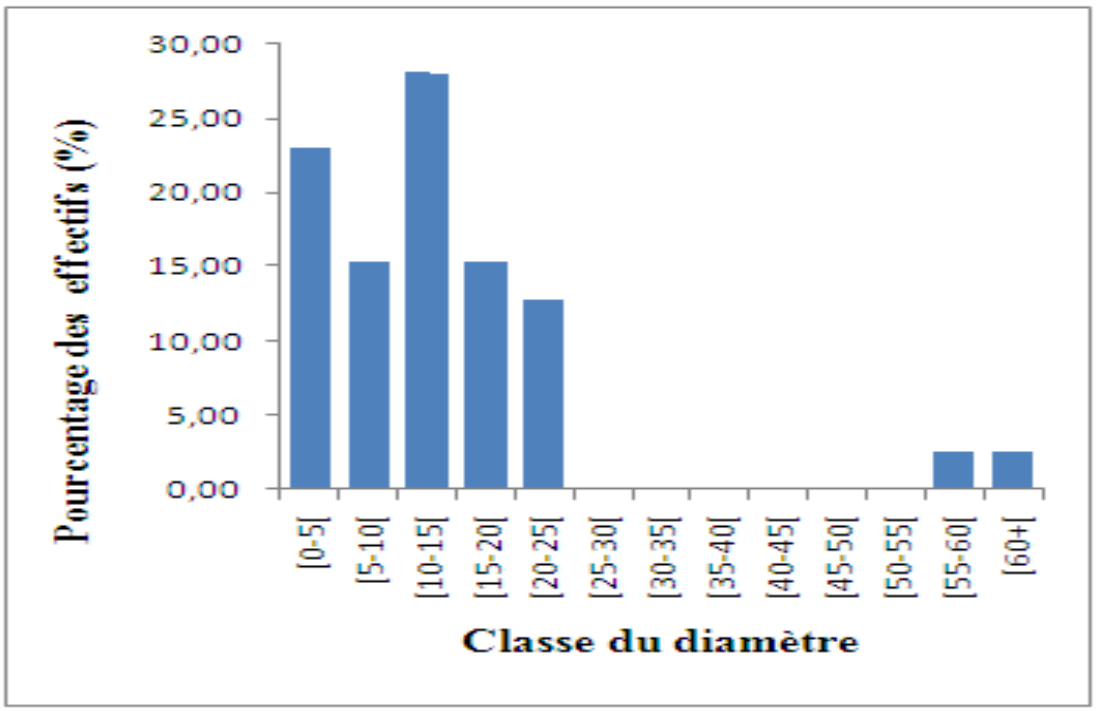


Figure 18: Diagramme de la population de *Delonix velutina* dans la partielle d'Antsivoragnana (Source : Clertant, 2015)

Le diamètre des troncs est entre [0-5[cm jusqu'à [60-77[cm. La structure de la population est dominée par la classe de [0-5[à [20-25[cm. Durant, l'étude sur terrain, nous n'avons pas trouvé celles qui sont supérieures à77 cm. Ce qui signifie que la population est jeune. Nous avons constaté que parmi six parcelles, elles ne présentent pas de toutes les classes de diamètre (Figure n°13à Figure n°18). Les diagrammes de la population présentent sous forme de << J >> renversée ou<<L>> dans la Figure 13 à Figure 15. L'espèce est en bonne santé. Et les outres diagrammes de la population ont une allure irrégulière dans la figure 16 à figure 18. Les diagrammes restructurent encore la régénération en danger.

En général, les diagrammes au -dessus montrent que la régénération est mauvaise. L'absence d'une classe de diamètre dans le site explique la perturbation de ce milieu.

III-3-4 Taux de régénération

L'évaluation du taux de régénération de *Delonix velutina* est donnée dans le tableau 4.

Tableau 4: Taux de régénération naturelle de *Delonix velutina*

Parcelles	Individus en régénérations	Individus semenciers	Taux de régénération (%)
1	9	30	30
2	9	31	29
3	2	17	11,8
4	24	36	66,7
5	16	74	21,6
6	25	33	75,8

Le taux de régénération naturelle de chaque partielle est varié entre 11,8 à 75,8 %. Le résultat indique la difficulté de la régénération par chaque site, cela veut dire que selon l'échelle de (ROTHE, 1964) le taux de régénération entre 0 et 99% est en difficulté.

III-3-5 Essai de la germination in situ et la pépinière

Delonix velutina est un arbre différent des autres par sa germination. Donc pour connaitre son obstacle, nous avons fait un essai de germination in situ, suivant la condition écologique naturelle et la pépinière.

Dans le premier essai, nous avons pris 70 graines bien trié et nous les avons semés dans une forme de plaque bande de 2 sur 2 mètre.

Après un mois et demi, nous avons constaté qu'aucune de ces graines ne poussent. Les graines restent telles qu'elles sont, sans trace des insectes ni pourries.

Dans le deuxième essai, nous avons pris également 70 graines et nous les avons mis dans un pot. Après un mois et demi, nous avons constaté qu'aucune de ces graines ne poussent mais cette fois ci 14,28 % connaissent une apparition des radicelles qui, pendant quelques temps, deviennent sec et les autres pourris (photo 10).

Après avoir fait ces deux essais, nous pouvons dire que *Delonix velutina* est une espèce très exception car son obstacle à la germination est expliqué par la variation climatique. C'est-à-dire insuffisance de pluie et aridité du sol.

Donc, pour qu'il y ait une germination normale de graine, il faut profiter la saison de pluie.

Photo 10 : Germination dans la pépinière (Source : Clertant, 2015)

III-4 ABONDANCE ET DENSITE DE L'ESPECE ETUDIEE

Les risques d'extinction engendrent la diminution du nombre de pied de l'espèce. La densité de l'espèce cible à DHP supérieur à 5 cm est recensée dans le site. L'effectif total de l'individu compté dans les partielles varie entre de 19 à 90 pieds. La surface de prélèvement est considérée définie par le nombre de transect de 5000 m² à 10000m². La densité de cette espèce est variable de 38 à 90 pieds et que l'abondance est de 34 à 74 dans son milieu occupé (Tableau 5).

Tableau 5 : Evaluation de l'abondance et la densité de l'espèce

Plots	Semenciers	Plantules	Total	Densité	Abondance
Mamelon Vert	30	9	39	78	60
Ambararata	31	9	40	66,7	51,7
Antsivoragnana	17	2	19	38	34
Analamerana	36	24	60	60	36
Matsabory Sénégal	74	16	90	90	74
Cote 84	33	25	58	64,4	36,7

III-4-1 Etude des stocks de la population de *Delonix velutina*

La principale ressource de revenue dans ce milieu d'étude est la pêche dont la qualité des bois utiles pour la fabrication de la pirogue est supérieure à 40 cm de DHP. Vingt-huit individus supérieurs de 40 cm DHP dans ce terrain mais nous avons calculé le stock à partir de la plante mature de 5cm de diamètre (Tableau 6).

La surface terrière est de 2,80 m²/ha et le stock en biovolume restant est de 6,26 m³/ha. Donc, la potentialité *Delonix velutina* est très faible mais encours de restitution à cause de la présence de la conservation.

Le tableau 6 récapitule la condition d'exploitation relevée sur le terrain.

Tableau 6 : Calibre utile de *Delonix velutina*

Sites	Nombre des plots	Quantités	DHP
Mamelon Vert	5	2	[40 -60 + [
Ambararata	6	10	[40 -60 + [
Antsivoragnana	5	1	[40 -60 + [
Analamerana	10	13	[40 -60 + [
Matsabory Sénégal	10	2	[40 -60+ [
Cote 84	9	0	[40-60 + [

III-4-2 Quantité de besoin annuelle

Ramena et Ankorikahely comptent 568 ménages. Vue l'insuffisance de pirogue, les pêcheurs se sont regroupés en deux ou trois personnes par pirogue. De ce fait, Nous avons constaté que 75 ménages adhérés à l'association de pêche pratiquent la pêche traditionnelle. La quantité annuelle des bois nécessaires est au nombre de 225 pieds (généralement des *Delonix velutina*), mais pendant la consultation des demandes de coupe auprès du responsable de la NAP, nous avons vu 12 demandes dont 36 pieds. Donc ces demandes nous montrent la baisse de coupe de *Delonix velutina.*

III-5 PHYTOSOCIOLOGIE

A partir de QCP, nous avons obtenu sur le terrain de la plante associée au *Delonix velutina*. La fréquence moyenne supérieure ou égale à 5% est la plante la plus associée à l'espèce cible. La plante la plus associée est surtout Brexia (10,29 %), *Hypoesteces cernua (*8,82%), *Diospyros spynoza (*8, 82%), *Physena madagascariensis* (7,35%) et ainsi que *Grewia sp* (7,35%). Le taxon que nous avons vu sur la figure13, la même condition de vie *Delonix velutina* au niveau de milieu écologique.

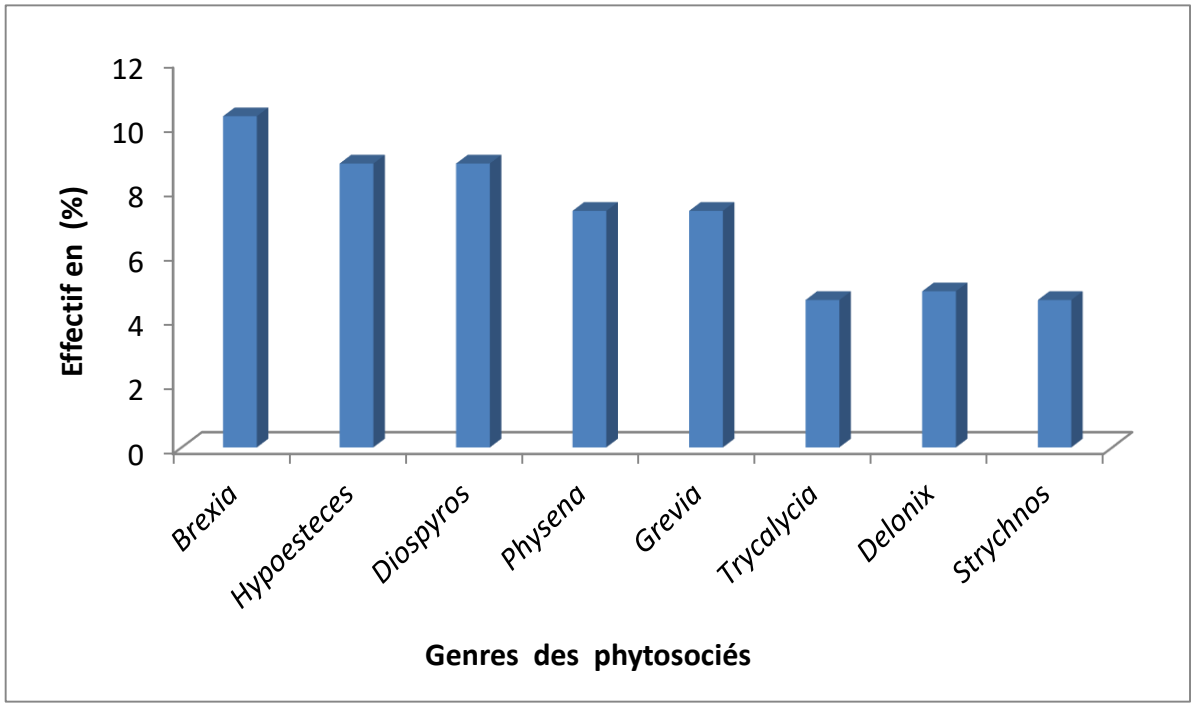


Figure 19 : Plantes associées avec *Delonix velutina* (Source : Clertant, 2015)

III-6 RESULTAT DES ENQUETES ETHNOBOTANIQUES

Tableau 7 : Résultat des enquêtes ethnobotaniques

Fokontany	Pères enquêtées	Utilisations	Quantités (pieds)	Durée d'utilisation (ans)	Iu (%)
Ramena	3	clôture	nombreux	2 à3	5,26
	29	pirogue	2 à 4	2 à 5	
Ankorikahely	25	pirogue	2 à 4	2 à 5	94,73

Le site de notre recherche est localisé au bord de la mer. La population aux alentours presque vit la pêche et le tourisme. Ces activités, le besoin en bois pour la fabrication de pirogues traditionnelles est important.

D'après le calcul de l'indice Iu, sa valeur est de 94, 75 % en pirogue (Tableau 7), donc l'espèce est très connue et très utilisée par les indigènes.

Chaque famille possède au moins une pirogue. Toutes les espèces de plantes ne sont pas favorables à la construction de pirogue que les bois durs, légers, flotte, et à troncs droits dressés en sont favorables. Seule *Delonix velutina* répond à ces critères. La taille de la pirogue varie selon du diamètre de tronc :

- pour construire une grande pirogue, il faut une plante plus de 40 cm de diamètre. Le tronc de l'arbre est creusé à l'aide d'une hache pour donner la forme de pirogue, de plus les exploitations ont besoin d'un autre bois de 10 à 15 cm de diamètre pour le balancier.
- à l'absence de grand arbre, nous avons coupé trois ou quatre plantes pour faire une pirogue.

La pirogue possède à une ou deux places hors des bagages. La photo11montre la pirogue traditionnelle utilisée par les pêcheurs à Ramena et Ankorikahely.

Photo 11 : Pirogue traditionnelle des pêcheurs (Source : Clertant, 2015)

L'espèce *Delonix velutina* est très utile au peuple autour de l'aire protégé Oronjia. Elle pousse à une durée moyenne de 15 ans à fabriquer une pirogue. La raison pour laquelle, le diamètre utilisé est supérieur ou égal 40 cm d'une pirogue. Aucune utilisation médicinale de cette plante n'est signalée lors des travaux de terrain.

III-7 PRESSION DE *Delonix velutina*

La majorité de menaces et pressions touchant l'espèce sont pour la plupart d'origine anthropique. Elles affectent l'espèce par :

- la surexploitation de l'espèce de *Delonix velutina* pour la fabrication des pirogues (photo 12).
- la collecte de miel par l'abattage de grand arbre
- la pratique de charbon entraine la perturbation de la croissance de cette plante (photo 13).
- le sanglier déterre le sol à l'aide de son groin afin de détruire la jeune plantule poussée.
- les gastéropodes se nourrissant les bourgeons de la plante régénérée.
- les divagations des bétails dans la nouvelle aire protégé qui broutent et piétinent les plantules.
- la destruction des graines par des fourmis qui mangent la matière grasse dans les graines.
- la difficulté d'éclatement des gousses et des graines en gaines qui minimisant la germination.
- exploitation des tubercules de *Dioscorea orangiana*

Photo 12 : Fabrication de la pirogue traditionnelle (Source : Clertant, 2015)

Photo 13 : Charbonnage (Source : Clertant, 2015)

Quatrième partie : DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS

IV-1 DISCUSSIONS

La discussion, d'après l'analyse des résultats, doit préserver le point de vue de la méthodologie et de résultat.

IV-1-1 SUR LES METHODES D'ETUDE

Au cours de recensement sur la régénération naturelle, les individus ont pris DHP supérieur à 5 cm considéré comme étant mature. Selon la raison de BIRKINSHAW (BIRKINSHAW et *al* 2001), une forêt qu'on mesure au plus 10 m de hauteur, l'individu mature est estimé avec DHP supérieure à 5 cm.

IV-1-2 REMARQUES SUR LES RESULTATS

Après la décolonisation et le recul des militaires Malagasy sur leurs camps, la forêt d'Oronjia n'était plus protégée. Sa dégradation est expliquée par le défrichement, la pratique de charbon, l'exploitation illicite fait par la population qui vit autour de ce site protégé.

Il est à noter que l'espèce *Delonix velutina* n'est pas encore étudié avant et l'insuffisance de la base de donné complet rend le travail de plus en plus difficile. D'après tous les résultats obtenus, on peut dire que l'espèce *Delonix velutina* est actuellement en voie de rétablissement bien qu'elle soit en danger critique.

La structure horizontale ainsi que la flore associée apportent le résultat fiable à l'aide d'une méthode de quadrant Centré en un Point. Le QCP est limité par la flore associée bien mature.

L'étude phénologique est basée sur le bourgeonnement, la chute des feuilles, la fructification et la floraison. La floraison coïncide avec la période de l'alizé. C'est pour que les grands nombres de fleurs dégénèrent par grappe d'où la présence d'une ou de deux gousses par grappe.

La dispersion des graines est par barochorie et que la gousse est lourde et solide. *Delonix velutina* vit en groupe grâce au type de dissémination. Pendant la descente sur terrain, nous avons rencontré au début quelques pieds portant des fruits, et à la fin de la visite, la floraison pour tenir compte le complément de la phénologie.

IV-1-3 Régénération naturelle

Le taux régénération naturelle peut évaluer le critère de risque d'extinction d'une espèce végétale. Le calcul et l'interprétation du taux de régénération ROTHE (1964) ne montre pas la vérité sur le terrain. Le cas de *Delonix velutina* se localise dans la forêt Oronjia avec le taux de régénération (38,46) mauvais. Ce taux de régénération a été obtenu sur le semencier faible. L'évaluation de risque d'extinction ne dépend non seulement du taux de régénération mais aussi de l'insuffisance des classes de DHP entrainant le problème de la structure de la population. Nous avons rencontré sur ce terrain la forte probabilité de la restitution de l'espèce.

IV-1-4 Pression et menace sur cette espèce

Le résultat de l'enquête ethnobotanique montre que nombreux pieds sont déjà exploités par la population des deux villages autour de site. Cette espèce disparait lentement s'il n'y a pas de conservation.

Delonix velutina est le premier rang de bois recherché pour la fabrication de la pirogue. Actuellement, trois pieds de *Delonix velutina* suffisaient pour la fabrication d'une pirogue.

Apres l'analyse de la régénération nous découvrons que cette espèce est faible en taux de régénération à cause de la solidité de la gousse et la pourriture des graines.

IV-1-5 Relation entre l'abondance et l'exploitation

D'après le résultat de l'abondance obtenue par rapport à l'exploitation, nous constatons que jadis de *Delonix velutina* est exploitée à partir de 50 cm de diamètre pour la fabrication de la pirogue. Actuellement, l'exploitation commence dès dizaine de centimètre

de diamètre pour le balancier et à partir de 40 cm de diamètre pour le corps de la pirogue. Cela explique la rareté des individus de diamètre à gros calibre.

L'exploitation de cette espèce est à partir de la saison d'hiver, c'est-à-dire, au mois de mars et se termine au mois d'août. Pendant la période de l'été, cette plante est rongée par des insectes appelés localement koroko.

Delonix velutina ne doit pas être marqué par un coup de couteau, sinon elle risquera de former une détérioration jusqu'au fond et l'arbre ne s'emploie qu'au ruche des abeilles (photo 14). Aussi l'arbre ne peut pas être découpé pendant qu'elle fleurit parce que pendant ce temps, elle contient beaucoup d'eaux et fragile.

Photo 14 : Coup sur la plante (Source : Clertant, 2015)

IV-2 RECOMMANDATIONS

L'exploitation permanente de la forêt est la source du problème de l'espèce cible. Les pieds mère produisent peu des graines. La collecte des fruits, la préparation des pépinières et l'éducation environnementale sont la plus importante et primordiale.

IV-2-1 Collecte des fruits et préparations des pépinières.

Les gousses *Delonix velutina* sont de type barochorie à savoir lourd et ne peuvent pas disperser au loin de la plante mère. Au cours de la visite sur terrain, nous avons rencontré peu de nombres de la plante jeune poussée à cause de la solidité des gousses, de l'épaisseur de la cuticule des graines et de l'exploitation du tubercule de *Dioscorea orangiana*.

Pour résoudre le problème de la régénération, nous devons collecter les graines de cette espèce pendant le moment où les fruits sont secs.

La pépinière doit être installée pour assurer la prolifération de la régénération de l'espèce. La préparation de la pépinière nécessite une ombrière, des plates-bandes, de la composition des terreaux et le remplissage des pots. Elle ne doit pas rester longtemps à l'ombre mais seulement pour enlever la difficulté des germinations.

Le reboisement doit commencer par la pépinière pour multiplier la plante les plus utiles in-situ à la population. La culture a comblé la partie vide dans la NAP.

IV-2-2 Education environnementale

La conservation et la protection de l'habitat des forêts réclament le renforcement des structures de l'appui et la réflexion de l'homme doit accompagner des mesures telles que :

- introduction des programmes d'éducation et la sensibilisation de l'environnement en particulier la vulgarisation des problèmes touchant l'espèce cible.
- apprendre à chacun les techniques de culture comme le sylvicole dans sa concession.
- apprendre aussi l'importance des arbres, la régulation du climat, la protection de l'écosystème et d'empêcher la sècheresse.

IV-2-3 Mesure nécessaire pour la conservation

Delonix velutina est vraiment menacée selon la liste de l'UICN (2011). Cette espèce a besoin des mesures de conservation afin de diminuer l'exploitation abusive qui ressemble à l'extermination. Elles consistent à :

- renforcer la surveillance de découpage permanent pour diminuer la surexploitation voire stoppé l'exploitation.
- appliquer les lois règlementaires comme «dina», ou interdiction d'exploitation forestière dans la zone de conservation.
- établir des structures participatives et la coalition entre les populations aux alentours.
- appliquer la bonne gestion des aires protégées pour que la forêt fournisse les besoins durable à la population riveraine.
- interdire la divagation des bétails dans l'aire protégée.
- aider l'association des pêches et l'association de l'agriculture en recherchant les matériels nécessaires.
- déclencher les activités de reforestation des espèces pendant la saison des pluies.
- interdire d'entrer dans l'aire protégée sans autorisation des responsables et contrôler la route au sein de site.
- multiplier l'espèce par la pépinière
- peindre la pirogue au moins une fois par an.

V- CONCLUSION

Dans cet ouvrage, notre étude est basée sur une espèce de *Delonix velutina,* une espèce de plante menacée d'extinction dans la nouvelle aire protégée d'Oronjia, en vue de son exploitation durable. Nous nous sommes focalisés sur son étude biologique, écologique et ethnobotanique

Au cours de notre étude sur terrain, nous avons recueilli des diverses informations concernant cette espèce. Les résultats obtenus nous ont emmenés aux renseignements sur ses caractères morphologiques et écologiques, sur son utilisation, la menace et ainsi que la pression qu'elle endure. En outre les données recueillies sur terrain, les données bibliographiques nous ont été indispensables pour comprendre cette espèce.

Delonix velutina dans la nouvelle aire protégée d'Oronjia est en voie d'extinction. Ses principales sources d'ennemie sont les activités anthropiques comme la fabrication des pirogues illimitées, la culture des champs, l'exploitation *Dioscorea*, les pratiques de charbons et les divagations des bétails. Alors elle est maintenant classée dans la liste rouge de l'UICN comme une espèce en danger critique**.**

Les études structurales sont montrées que la position des profils schématiques dénonce seulement trois strates. Elles sont ouvertes et semi ouvertes. Les espèces y trouvées telles que : *Brexia sp,Diospyros spinoza, Delonix regia, Hypoestes cernua, Physena sessiliflora, Capurodendron ladifolium* et ainsi que *Abrahama suarensis* constituent une association écologique étroite avec *Delonix velutina*. Le profil écologique a indiqué la préférence de *Delonix velutina* pour une station au sol moyennement humide à sec et pour une formation forestière ouverte à semi-ouverte.

Delonix velutina est une espèce endémique locale. Le taux de régénération est faible et moins de 99 % dans le site. Il existe la difficulté de germination, la croissance et la régénération à force de l'insuffisance des arbres fertiles, de durcissement d'éclater des gousses et de la grandeur de l'épaisseur de la cuticule des graines. Pendant le comptage, nous constatons de différentes classes de diamètres mais ils sont presque semenciers de 5 à 77cm. La multiplication par graine à la pépinière en pleine pluie serait ainsi intéressante. La

technique de prétraitement des graines par trempage à l'eau bouillante favorise aussi la germination.

L'analyse des résultats de recherche nous amène l'occasion de prendre la mesure de protection et la conservation de l'espèce avec son usage durable, à propos de ressource économique et pour qu'elle soit sauvegardée, la population riveraine devrait prendre sa responsabilité pour les mesures de conservation.

VI- REFERENCES BIBLIOGRAPHIES

- **ANDRIAMAZAVA. 2008**. Résultats des études biologiques pour la mise en place de nouvelle aire protégée d'Oronjia 29p.
- **BESAIRIE, H. 1964**. Le bassin de Morondava *in Géologie de Madagascar*. Fascicule n°XXXV. Edition Imprimerie Nationale. Antananarivo. Pp : 209 – 324.
- **BRAUN-BLANQUET, J. 1965**. Plant sociology. *In the study of plant communities-Hafnerpublishingcompany-* New York and London.
- **CALLMANDER, M.W., PHILLIPSON, P. B., SCHATZ, G. E.,ANDRIAMBOLOLONERA S., RABARIMANARIVO, M., RAKOTONIRINA, N., RAHARIMAMPIONONA, J., CHATELAIN, C., GAUTIER, L & LOWRY IL, P. P. 2011**. The endemic and non-endemic vascular flora of Madagascar updated. *In Plant Ecology and Evolution*, 144: 121-125.
- **DAWKINS, H. C. 1959**. The management of natural tropical high-forest, with special reference to Uganda-Common wealf. *Forestry Institute*. University of Oxford. England. 155 p.
- **EMBERGER, L., GODRON, M., LONG, G., SAUVAGE, C., LEFLOCH, E., POISSONNET, J & WACQUANT, J. P. 1983**. *L'analyse phytosociologique de la végétation*. CNRS.Paris, 293p.
- **GAUTIER, L. 1994**. Structure et flore de la forêt sur la pente d'Andranomay. *In BIRKINSHAW, C.R., MESSMER, N., RALIMANANA, H., RANAIVOJAONA, R., RANDRIANAIVO, R. &RAVOLOLONANAHARY, H.1998*. *Recherche pour le développement*, MRS-CIDST.
- **GODRON, M & SAUVAGE. 1983.** *Vade-mecum pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu*.Ed.CNRS/CEPE.
- **GOODMAN, S. M & RASELIMANANA, A. 2007**. *Inventaire biologique de la faune et flore du couloir forestier* d'Anjozorobe-Angavo. Recherches pour le développement. n°24. WWF, MACATHUR. Madagascar. 217p.
- **GOUNOT. 1969**. *Méthode d'étude quantitative de la végétation*. Masson. Paris, 341 p.
- **G. SMITH, P. 1964**. *Quantitative plant ecology*. 2nd edition. Butter worths-London Great Britain, 256p.

- **GUINOCHET, M. 1973**. *Phytosociologie*. Collection d'écologie 1. Masson et Cie. Paris. 227p.
- **HAWKINS, A.F.A & GOODMAN, S.M. 2003**. Introduction to the Birds. *In S. M. Goodman and J.P. Bedstead (eds.). The Natural History of Madagascar*. The University of Chicago Press, 1019p.
- **PHYLIPS, O.L.S & GENTRY, A. 1993**. *The useful plants of Tombopata Peru, Statistical hypothesis tests with a new quantitative technique, Economy botany*, n° 47, 235p.
- **RANDRIATAFIKA, F. 2000.** *Descriptions, études écologiques, distributions, utilisations et risques d'extinction des espèces de deux familles malgaches : Asteropeiaceae et Melanophyllaceae*. Mémoire de DEA en SBA ieEcologvégétale, Université d'Antananarivo.
- **ROGER, E & RABARISON, H. 2000**. *Context biologique de la conservation des forêts à Madagascar*. Rapport CI. 54p.
- **ROLLET, B.1979.** Appréciation des diverses méthodes d'analyse de données à des inventaires forestiers détaillés levés en forêt tropicale. *EcologiaPlantarum*, Tome 14. pp295-324.
- **ROLLET, B. 1983**. *La régénération naturelle dans les trouées*. Un processus général de la dynamique des forêts tropicales humides. *In Bois et Forêts des tropiques*. N°201, pp: 3-34.
- **ROTHE, P. L. 1964**. *Régénération en forêt Tropicale*. Le Dipterocarpusdrey (Dan) surleversant Cambridgien du Golf de Siam, bois et forêts de Tropiques, Madagascar.
- **SCHATZ, G.E. 1996**. Malagasy/Indo-Malesianphytogeographic connections. *In LOURENCO, W.R. (ed). Biogéographie de Madagascar*. Edition de l'ORSTOM. Paris: 73-83.
- **UICNs. 2001.** *Catégories de l'UICN pour les Listes Rouges*. UICN. Gland Suisse. 53p.
- **UICN. 2011** - *Catégorie de l'UICN pour les listes rouges.*
- **WHITE, L ; EDWARDS, A. 2000**. *Conservation en forêt pluviale africaine : méthode de recherché*. Wildlife Conservation Society. New York.

Annexes

Annexe 1 : Effectif de la population humaine de Ramena et d'Ankorikahely

Fokontany	0-5 ans		6-10 ans		11-17ans		18-60ans		60ans +		Etrangers		Total	
	H	F	H	F	H	F	H	F	H	F	H	F	H	F
Ramena	146	175	158	164	79	84	424	442	242	288	8	4	1057	1157
Ankorikahely	86	98	94	123	97	73	68	94	56	65	6	1	407	454
Total	232	273	252	287	176	157	492	536	298	353	14	5	3075	

H : Homme et F : Femme

Annexe 2 : Données des températures de Diego Suarez

Mois	T° max	T° moyen	T°min
Janvier	31,4	27,22	23,03
Février	31,04	26,75	22,46
Mars	31,39	26,95	22,51
Avril	31,5	26,91	22,31
Mai	30,99	26,4	21,81
Juin	29,91	25,36	20,8
Juillet	29,4	24,37	19,34
Aout	29,51	24,49	19,46
Septembre	30,21	25,36	20,51
Octobre	31,29	26,4	21,5
Novembre	32,1	27,3	22,49
Décembre	32,29	27,45	22,61

T° max : Température maximale ; T° moyen : Température moyenne ; T° min : Température minimale

Annexe 3 : Données de la précipitation de Diego Suarez

Mois	Précipitation (mm)
Janvier	191,36
Février	191,20
Mars	127,11
Avril	52,43
Mai	6,79
Juin	13,67
Juillet	8,66
Aout	11,56
Septembre	10,51
Octobre	11,87
Novembre	37,07
Décembre	89,30

Annexe 4 : Données d'ombrothermique moyenne de Diego Suarez

Mois	Précipitation (mm)	Température moyenne °C
Juillet	8,66	19,34
Aout	11,56	19,46
Septembre	10,51	20,51
Octobre	11,87	21,5
Novembre	37,09	22,49
Décembre	89,3	22,61
Janvier	191,36	23,03
Février	191,2	22,46
Mars	127,11	22,51
Avril	52,43	22,31
Mai	6,79	21,81
Juin	13,67	20,8

Annexe 5 : Fiche d'enquête de l'ethnobotanique

FICHE D'ENQUETE SUR L'USAGE DE PLANTE HAZONDRANGOLA

I- INTERVENANT

1. Date :

2. Village :

3. Nom :

4. Sexe : M ☐ F ☐

5. Profession :

II- UTILISATION DE LA PLANTE

1. Nom scientifique

2. Nom vernaculaire

3. Utilisation :

☐ – Constriction ☐ – Alimentation ☐ Médicinale ☐ Pirogue

4. Partie utilisée :

△ Bois △ Tige △ Feuille △ Ecorce △ Racine △ Fleur

5. Mode de préparation (si médicinale)

6. Maladie traitée (si médicinale)

III- EXPLOITATION

1. Période d'exploitation : 1 ○ 2 ○ 3 ○ 4 ○ 5 ○ 6 ○ 7 ○ 8 ○ 9 ○ 10 ○ 11 ○ 12 ○ (Mois)

2. Quantité prélevée :

3. Longueur (m) :

4. Diamètre recherché (cm) :

5. Fréquence de prélèvement :

III- HABITAT

1. Lieux de prélèvement :

2. Distance de ce lieu par rapport au village :

Annexe 6 : Fiche de prélèvement des profils écologiques

Hauteurs (m)	N°1	N°2	N°3

Annexe 7 : Fiche de prélèvement des phytosociologies

N° de quadrant	Espèce associée	DHP (cm)	Distance (m)