



Université d'Antananarivo

**UNIVERSITÉ D'ANTANANARIVO  
ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE**



DÉPARTEMENT DE FORMATION INITIALE SCIENTIFIQUE

CENTRE D'ÉTUDES ET DE RECHERCHES  
EN SCIENCES NATURELLES

MÉMOIRE EN VUE DE L'OBTENTION DU CERTIFICAT D'APTITUDE  
PÉDAGOGIQUE DE L'ÉCOLE NORMALE  
(CAPEN)

**INTERACTIONS ENTRE  
LE PTEROPUS RUFUS, LE FIGUS ET LE SOL  
SUR LA RÉGÉNÉRATION  
DE LA FORET À FORT-DAUPHIN**

Présenté par :  
RAMANGANIRINA Marie Isabelle

09 Avril 2014





Université d'Antananarivo

**UNIVERSITÉ D'ANTANANARIVO  
ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE**



DÉPARTEMENT DE FORMATION INITIALE SCIENTIFIQUE

CENTRE D'ÉTUDES ET DE RECHERCHES  
EN SCIENCES NATURELLES

**MÉMOIRE EN VUE DE L'OBTENTION DU CERTIFICAT D'APTITUDE  
PÉDAGOGIQUE DE L'ÉCOLE NORMALE  
(CAPEN)**

**INTERACTIONS ENTRE LE PTEROPUS RUFUS, LE FICUS ET  
LE SOL SUR LA RÉGÉNÉRATION DE LA FORET À  
FORT-DAUPHIN**

Présenté par :  
RAMANGANIRINA Marie Isabelle

09 Avril 2014

## **Les membres du jury :**

---

**De Madame RAMANGANIRINA Marie Isabelle**

**PRÉSIDENT :**                      **Professeur ANDRIANASOLO RAVOAVY Jaonarivony**  
Docteur d'État ès Sciences  
Professeur Titulaire d'Écologie  
École Normale Supérieure  
Université d'Antananarivo

**JUGE :**                                **Docteur RAMANITRA Narisoa Andriamboavonjy**  
Docteur d'État ès Sciences en Biologie  
Maître de conférences  
Chef du département de la formation initiale scientifique, Ecole  
Normale Supérieure  
Université d'Antananarivo

**RAPPORTEUR :**                    **Docteur RASOANINDRAINY Jean Marc**  
PhD en Biologie  
Maître de Conférences  
École Normale Supérieure  
Université d'Antananarivo

## Remerciements :

---

En premier lieu, les remerciements les plus reconnaissants s'adressent au *Seigneur Dieu tout puissant*, pour sa bienveillance et pour nous avoir toujours octroyé la santé, le courage, la persévérance, la force et la volonté de finir jusqu'au bout cette étude et de réaliser cet œuvre, surtout d'avancer, de s'améliorer et d'affronter tous les moments difficiles ; sans sa grâce ce travail n'aurait jamais vu le jour.

En second lieu, notre profonde gratitude s'adresse aux membres du jury composés de :

- Monsieur ANDRIANASOLO RAVOAVY Jaonarivony; Docteur d'Etat ès Sciences, Professeur Titulaire d'Ecologie à l'Ecole Normale Supérieure de l'Université d'Antananarivoa accepté de présider la soutenance de ce mémoire qui est pour moi plus qu'un enseignant, un modèle par votre rigueur intellectuelle et votre acharnement au travail, et qui m'a énormément aidé par vos conseils malgré vos lourdes tâches. Nous vous témoignons nos sincères et profondes gratitude.
- Monsieur RAMANITRA Narisoa Andriamboavonjy ; Maître de conférences, Chef du Département de la Formation Initiale Scientifique à l'Ecole Normale Supérieure en dépit de vos nombreuses occupations, a fait l'honneur de nous accepter à juger et à examiner ce travail. Nous vous adressons nos chaleureux remerciements.
- Monsieur RASOANINDRAINNY Jean Marc ; PhD en Biologie, Maître de conférences à l'Ecole Normale Supérieure ; qui malgré ses lourdes tâches, a accepté d'apporter ses innombrables conseils et son précieux encadrement et tout au long de cette étude et par la même occasion de bien vouloir être le rapporteur de ce mémoire, vives reconnaissances.

Nous tenons à exprimer nos sincères et vifs reconnaissances à Monsieur RYSZARD Oleksy PhD en Ecologie et Biologie à l'Université de Bristol U.K ; pour son aide lors du financement du présent travail, l'approvisionnement des matériels d'étude et son collaboration durant les études sur terrain.

Tous mes enseignants du département des Sciences Naturelles de l'Ecole Normale Supérieure et aux personnels administratifs de l'ENS de l'Université d'Antananarivo pour la formation, la connaissance transmise et les conseils qu'ils nous ont apportés, nos vifs remerciements.

Nous tenons à exprimer également notre reconnaissance envers Madagascar Institut pour la Conservation des Ecosystèmes Tropicaux ou MICET, pour pouvoir mettre en place un système de collaboration avec notre établissement afin que les étudiants puissent avoir les opportunités à accéder à l'enrichissement de ses compétences et de valoriser ses connaissances théoriques en les mettant en exercice et en les concrétisant sur terrain.

Un grand merci pour toute l'équipe du centre de recherche en botanique du QMM dont la collaboration, l'amitié, la gentillesse, la compréhension et le sens de la responsabilité étaient réellement précieux pour faciliter notre travail.

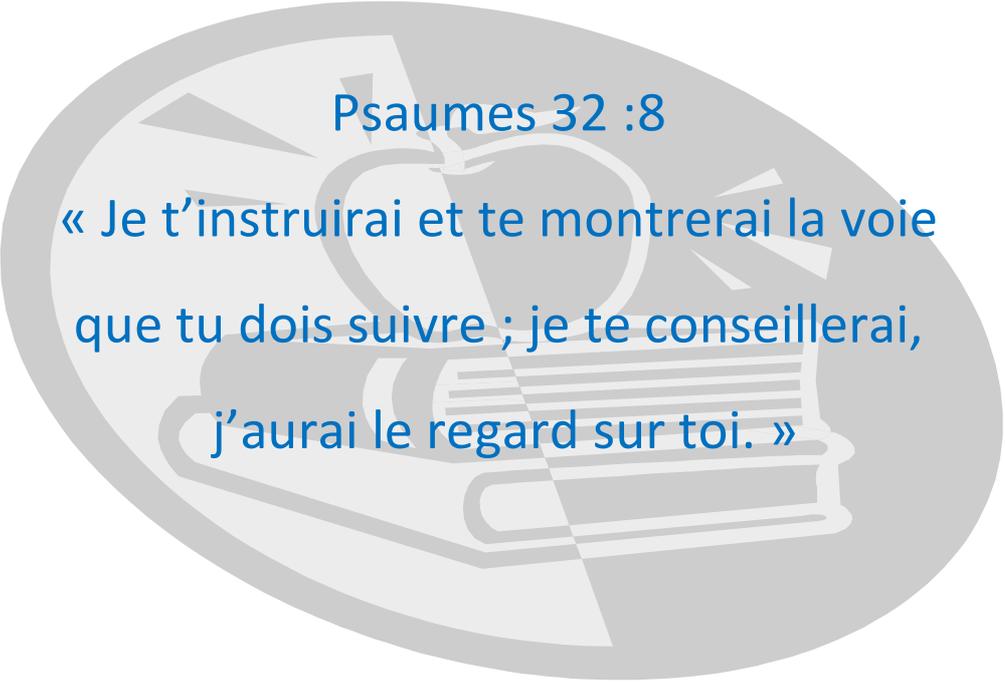
Le chef du village d'Amborabao-Mahatanlaky qui a été très réceptif dans le cadre de ce travail et n'a pas hésité à nous aider dans la mesure du possible pour la réalisation du travail sur terrain.

J'exprime ma reconnaissance envers la promotion TANJONA, les membres de l'UENNA et du SENS qui ont fait preuve d'une très grande aide et de soutien, veuillez accepter mes sincères sympathies.

Le meilleur étant réservé pour la fin, je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance à toute ma très chère famille qui m'a soutenu particulièrement durant toutes ces années de formation et à l'élaboration de ce présent travail en m'encourageant et en me fournissant toute l'aide dont j'avais besoin. Je ne pourrai exprimer par des mots toute la gratitude que je ressens envers vous, vous pourriez trouver par cet hommage l'expression de mon sincère attachement et tous mes respects.

Je ne saurai achever ce travail sans exprimer ma gratitude à tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à sa réalisation dont les noms ne sont pas mentionnés ci-dessus, qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.

Nous vous adressons à tous, nos plus profondes gratitude et tout notre respect !



Psaumes 32 :8

« Je t'instruirai et te montrerai la voie  
que tu dois suivre ; je te conseillerai,  
j'aurai le regard sur toi. »

## Liste des abréviations :

---

<b>°C</b>	: degré Celsius
<b>AAA</b>	: Action Agro-Allemande
<b>Al.</b>	: <i>alii</i>
<b>ATP</b>	: Adénosine Triphosphate
<b>Avr.</b>	: Avril
<b>Bo</b>	: Bore
<b>C/N</b>	: Carbone/Azote
<b>CaCO<sub>3</sub></b>	: Carbonate de Calcium
<b>CEC</b>	: Capacité d'Échange Cationique
<b>CEG</b>	: Collège d'Enseignement Général
<b>CITE</b>	: Centre d'Information Technique et Économique
<b>cm</b>	: Centimètre
<b>Cu</b>	: Cuivre
<b>Déc</b>	: Décembre
<b>F</b>	: Graine issue des matières fécales sans traitement
<b>FAFAFI</b>	: Fanentanana momba ny Fambolena sy Fiompiana ao amin'ny Synodam-
<b>SPTO</b>	paritany Taolagnaro
<b>FAO</b>	: Food and Agriculture Organisation
<b>Fe</b>	: Fer
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	: Oxyde ferrique
<b>Févr.</b>	: Février
<b>FLM</b>	: Fiangonanan Loteriana Malagasy
<b>FS</b>	: Graine issue des matières fécales stérilisée
<b>G</b>	: Gramme
<b>Ha</b>	: Hectare

<b>IRD</b>	: Institut de Recherche pour le Développement
<b>Janv.</b>	: Janvier
<b>Juill</b>	: Juillet
<b>K</b>	: Potassium
<b>Kg</b>	: Kilogramme
<b>M</b>	: Mètre
<b>Méq</b>	: Milli-équivalent
<b>Mg</b>	: Magnésium
<b>mm</b>	: Millimètre
<b>Mn</b>	: Manganèse
<b>N</b>	: Graine naturelle
<b>N</b>	: Azote
<b>NaCl</b>	: Chlorure de Sodium
<b>N-E</b>	: Nord-Est
<b>NH<sub>4</sub></b>	: Ammoniaque
<b>N-O</b>	: Nord-Ouest
<b>Nov</b>	: Novembre
<b>NS</b>	: Graine naturelle stérilisée
<b>Oct</b>	: Octobre
<b>ONE</b>	: Office National pour l'Environnement
<b>ONF</b>	: Office National des Forêts
<b>ONG</b>	: Organisation Non Gouvernementale
<b>P</b>	: Graine issue de la régurgitation ou pelote sans traitement
<b>P</b>	: Phosphore
<b>pH</b>	: Potentiel d'Hydrogène
<b>PS</b>	: Graine issue de la régurgitation ou pelote stérilisée
<b>QMM</b>	: Qit Madagascar Mineral
<b>S</b>	: Souffre
<b>SAPM</b>	: Système des Aires Protégées de Madagascar

<b>S-E</b>	: Sud-Est
<b>Sept</b>	: Septembre
<b>SNGF</b>	: Silo National des Graines Forestières
<b>S-O</b>	: Sud-Ouest
<b>SODIMA</b>	: Société des Mines d' Ampandrandava
<b>T</b>	: Tonne
<b>VSF</b>	: Vétérinaires Sans Frontières
<b>WWF</b>	: World Wide Fund for Nature, en français : Fonds mondial pour la nature

## Liste des tableaux :

---

<i>Tableau I : Classification des Mégachiroptères.....</i>	8
<i>Tableau II : Morphologie de la chauve-souris (Mégachiroptère : Pterofus).....</i>	12
<i>Tableau III : Proportion des différentes classes de sol de Madagascar selon la carte de Delenne et Pelletioer, 1981 (in Grinand et al. 2009).....</i>	19
<i>Tableau IV : Classification de Moraceae .....</i>	21
<i>Tableau V : Phénologie de la floraison chez le Ficus .....</i>	28
<i>Tableau VI : Variation moyenne de la température mensuelle dans la Région d’Anosy de 2009 à 2011 ..</i>	40
<i>Tableau VII : Variation mensuelle de la pluviométrie dans la Région d’Anosy de 2009 à 2011 .....</i>	40
<i>Tableau VIII : Comparaison des graines naturelles sur papier filtre .....</i>	85
<i>Tableau IX : Comparaison de la germination des graines issues des matières fécales sur papier filtre ...</i>	86
<i>Tableau X : Comparaison des pelotes sur le papier filtre .....</i>	88
<i>Tableau XI : Comparaison de la germination des graines sur le papier filtre .....</i>	89
<i>Tableau XII : Résultats et interprétation de l’analyse du sol au laboratoire.....</i>	90
<i>Tableau XIII : Comparaison de la germination des graines naturelles sur le sol sableux non stérilisé ....</i>	92
<i>Tableau XIV : Résultats et interprétation de l’analyse du sol au laboratoire.....</i>	93
<i>Tableau XV : Comparaison de la germination des graines naturelles sur le sol sableux stérilisé .....</i>	94
<i>Tableau XVI : Comparaison des résultats obtenus sur le papier filtre et le sol sableux .....</i>	95
<i>Tableau XVII : Comparaison de la germination des graines naturelles sur le sol ferrallitique non stérilisé .....</i>	97
<i>Tableau XVIII : Résultats et interprétation de l’analyse du sol au laboratoire .....</i>	98
<i>Tableau XIX : Comparaison des graines naturelles sur le sol ferrallitique stérilisé .....</i>	99
<i>Tableau XX : Comparaison des graines naturelles sur le sol ferrallitique.....</i>	100

<i>Tableau XXI : Comparaison des résultats obtenus sur le papier filtre et le sol ferrallitique .....</i>	101
<i>Tableau XXII : Comparaison des graines naturelles sur le sol argileux.....</i>	103
<i>Tableau XXIII : Résultats et interprétation de l'analyse du sol au laboratoire .....</i>	104
<i>Tableau XXIV : Etude des graines naturelles sur le sol argileux stérilisé.....</i>	105
<i>Tableau XXV : Comparaison des graines naturelles sur le sol argileux .....</i>	105
<i>Tableau XXVI : Comparaison des résultats obtenus sur le papier filtre et le sol argileux.....</i>	106
<i>Tableau XXVII : Récapitulatif des graines naturelles sur les quatre types de substrats .....</i>	107
<i>Tableau XXVIII : Récapitulatif général par type de substrat.....</i>	107
<i>Tableau XXIX : Comparaison des graines issues des matières fécales sur le sol sableux non stérilisé... </i>	110
<i>Tableau XXX : Comparaison des graines issues des matières fécales sur le sol sableux stérilisé.....</i>	111
<i>Tableau XXXI : Comparaison des graines issues des matières fécales sur le sol sableux .....</i>	112
<i>Tableau XXXII : Comparaison des résultats obtenus avec les graines issues de la matière fécale sur le sol sableux et le papier filtre .....</i>	112
<i>Tableau XXXIII : Comparaison des graines issues des matières fécales sur le sol ferrallitique non stérilisé .....</i>	114
<i>Tableau XXXIV : Comparaison des graines issues des matières fécales sur le sol ferrallitique stérilisé .</i>	115
<i>Tableau XXXV : Comparaison des graines issues des matières fécales sur le sol ferrallitique.....</i>	116
<i>Tableau XXXVI : Comparaison des résultats obtenus avec les graines issues de la matière fécale sur le sol ferrallitique et le papier filtre .....</i>	116
<i>Tableau XXXVII : Comparaison des graines issues des matières fécales sur le sol argileux non traité..</i>	118
<i>Tableau XXXVIII : Comparaison des graines issues des matières fécales sur le sol argileux traité .....</i>	118
<i>Tableau XXXIX : Comparaison des résultats obtenus avec les graines issues de la matière fécale sur le sol argileux et le papier filtre .....</i>	119
<i>Tableau XL : Comparaison des résultats obtenus avec les graines issues de la matière fécale sur le sol argileux et le papier filtre .....</i>	121
<i>Tableau XLI : Récapitulatif des graines naturelles sur les quatre types de substrats .....</i>	122
<i>Tableau XLII : Récapitulatif général par type de substrat .....</i>	122

<i>Tableau XLIII : Comparaison des graines issues de la régurgitation sur le sol argileux non traité .....</i>	125
<i>Tableau XLIV : Comparaison des graines issues de la régurgitation sur le sol argileux traité .....</i>	126
<i>Tableau XLV : Comparaison des pelotes sur le sol sableux .....</i>	126
<i>Tableau XLVI : Comparaison des pelotes sur le sol sableux avec celles sur le papier filtre .....</i>	127
<i>Tableau XLVII : Comparaison des pelotes sur le sol ferrallitique non traité .....</i>	128
<i>Tableau XLVIII : Comparaison des pelotes sur le sol ferrallitique traité .....</i>	128
<i>Tableau XLIX : Comparaison des pelotes sur le sol ferrallitique .....</i>	129
<i>Tableau L : Comparaison des pelotes sur le sol ferrallitique avec celles sur le papier filtre .....</i>	129
<i>Tableau LI : Comparaison des pelotes sur le sol argileux non traité .....</i>	130
<i>Tableau LII : Comparaison des pelotes sur le sol argileux traité .....</i>	131
<i>Tableau LIII : Comparaison des pelotes sur le sol argileux .....</i>	131
<i>Tableau LIV : Comparaison des pelotes sur le sol argileux avec celles sur le papier filtre .....</i>	132
<i>Tableau LV : Récapitulatif des graines issues de la régurgitation sur les quatre types de substrats .....</i>	132
<i>Tableau LVI : Récapitulatif général par type de substrat .....</i>	133
<i>Tableau LVII : Taux de germination de chaque type de graine sur les différents substrats par ordre de mérite .....</i>	134
<i>Tableau LVIII : Récapitulatif de toutes les graines sur les quatre types de substrats .....</i>	135
<i>Tableau LIX : Résultats et interprétation de l'analyse du sol au laboratoire .....</i>	142
<i>Tableau LX : Germination des graines naturelles sur les différents degrés de l'ombre .....</i>	144
<i>Tableau LXI : Germination des graines issues des matières fécales sur les divers milieux de degré de luminosité différents .....</i>	145
<i>Tableau LXII : Germination des graines provenant des pelotes sur les divers milieux de degré de luminosité différents .....</i>	145
<i>Tableau LXIII : Comparaison des trois types de résultats selon la nature du milieu .....</i>	146
<i>Tableau LXIV : Comparaison des trois types de résultats selon le type de graines .....</i>	146
<i>Tableau LXV : Récapitulatif du pourcentage de germination de chaque type de graine .....</i>	148

<i>Tableau LXVI : Récapitulatif du nombre de chaque type de graine germée en fonction du jour sous les différentes intensités de l'ombre.....</i>	<i>149</i>
<i>Tableau LXVII : Récapitulatif des graines par ordre de mérite.....</i>	<i>179</i>
<i>Tableau LXVIII : Résultat de l'expérience à l'ombre.....</i>	<i>180</i>
<i>Tableau LXIX : Germination des graines sous différentes intensités de la lumière.....</i>	<i>181</i>
<i>Tableau LXX : Dispersion des graines en fonction du jour.....</i>	<i>181</i>
<i>Tableau LXXI : Comparaison de trois types de graines sous les différentes intensités de la lumière.....</i>	<i>181</i>
<i>Tableau LXXII : Rôles des éléments chimiques ainsi que les conséquences de leur carence et excès sur les plantes.....</i>	<i>182</i>

## Liste des figures :

---

<i>Figure 1 : Squelette d'une chauve-souris</i> .....	6
<i>Figure 2 : Classification des chauves-souris</i> .....	8
<i>Figure 3 : Tête d'une chauve-souris</i> .....	11
<i>Figure 4 : Morphologie externe de la chauve-souris</i> .....	13
<i>Figure 5 : Cycle de vie de la chauve-souris</i> .....	15
<i>Figure 6 : Gîtes des chauves-souris dans le milieu d'études à Amborabao</i> .....	18
<i>Figure 7 : Le Ficus polita, un figuier étrangleur qui montre les racines adventives et son plante hôte étranglée</i> .....	21
<i>Figure 8 : Latex provenant de la plante</i> .....	22
<i>Figure 9 : Les différentes tailles du fucus</i> .....	22
<i>Figure 10 : Types de feuilles de ficus</i> .....	24
<i>Figure 11 : Fleur d'une espèce de Ficus</i> .....	25
<i>Figure 12 : La guêpe, un agent pollinisateur du Fucus</i> .....	26
<i>Figure 13 : Présentation schématique de la guêpe, un agent pollinisateur du fucus</i> .....	27
<i>Figure 14 : Germination épigée</i> .....	30
<i>Figure 15 : Localisation de la Région d'Anosy</i> .....	33
<i>Figure 16 : Variation de la précipitation de 2009 à 2011</i> .....	41
<i>Figure 17 : Diagramme ombrothermique du District de Taolagnaro (P= 4T)</i> .....	41
<i>Figure 18 : Localisation des Communes d'Ampasy Nahampoana et de Mahatalaky</i> .....	43
<i>Figure 19 : Forêt sèche, forêt de transition et forêt humide</i> .....	45
<i>Figure 20 : Bush épineux</i> .....	45
<i>Figure 21 : Les espèces de Népenthès dans la forêt marécageuse</i> .....	46

<i>Figure 22 : Les orchidées et la racine échasse, la forêt humide avec quelques reliefs</i> .....	47
<i>Figure 23 : La forêt dans les zones marécageuses et près de la rivière, la forêt de mousses, les différents types d'espèces végétales dans la forêt humide</i> .....	47
<i>Figure 24 : La forêt littorale</i> .....	48
<i>Figure 25 : Les espèces endémiques de la région</i> .....	50
<i>Figure 26 : Les activités vivrières de la population locale : la riziculture et la pêche</i> .....	53
<i>Figure 27 : Etat de la route vers la Région Anosy</i> .....	55
<i>Figure 28 : Le site d'étude de Mandena avec la pépinière</i> .....	62
<i>Figure 29 : Sac en plastique pour recueillir les graines issues du dortoir</i> .....	63
<i>Figure 30 : Matière fécale recueillie sur le sac en plastique</i> .....	63
<i>Figure 31 : Les graines naturelles, les pelotes et les fèces éparpillées dans le milieu naturel</i> .....	64
<i>Figure 32 : Mode de séchage des graines</i> .....	65
<i>Figure 33 : En haut, Le Ficus polita dont les racines aériennes se croissent et s'organisent avec l'arbre hôte ; en bas, la façon dont les fruits sont attachés aux branches</i> .....	66
<i>Figure 34 : Caractéristiques des feuilles et des fruits matures du Fucus polita</i> .....	67
<i>Figure 35 : Fucus lutéa avec ses fruits et ses feuilles</i> .....	68
<i>Figure 36 : Fucus reflexa avec ses fruits</i> .....	69
<i>Figure 37 : Répartition des trois types de Fucus vus à Fort-Dauphin durant la période de l'étude et à Madagascar [118]</i> .....	70
<i>Figure 38 : Stérilisation du sol</i> .....	74
<i>Figure 39 : En haut à gauche les différents types de sol, en haut à droite les trois types de graines ; en bas à gauche les boîtes de pétri codées et en bas à droite la table d'expérience</i> .....	76
<i>Figure 40 : Échantillons de graines issues des matières fécales semés dans des sacs en plastique et mis en conditions ombragées</i> .....	77
<i>Figure 41 : Appareils de mesure du pH (à gauche) et de la Capacité d'Echange Cationique (à droite)</i> ..	79
<i>Figure 42 : Appareils de mesure des éléments minéraux (à gauche) et la balance automatique (à droite)</i>	79
<i>Figure 43 : Appareils de mesure de l'azote</i> .....	81

<i>Figure 44 : Germination des graines de Fucus montrant le type et les conditions de germination sur le papier filtre.....</i>	86
<i>Figure 45 : Germination des graines issues des matières fécales sur le papier filtre .....</i>	87
<i>Figure 46 : Variation du pH de chaque type de sol.....</i>	91
<i>Figure 47 : Germination des graines naturelles sur le sol ferrallitique .....</i>	100
<i>Figure 48 : Germination des graines naturelles sur le sol argileux.....</i>	108
<i>Figure 49 : Récapitulation de la germination des graines naturelles issues du Fucus .....</i>	109
<i>Figure 50 : Germination des graines issues des matières fécales sur le sol sableux .....</i>	113
<i>Figure 51 : Germination des graines issues des matières fécales sur le sol ferrallitique .....</i>	117
<i>Figure 52 : Germination des graines issues des matières fécales sur le sol argileux non traité .....</i>	120
<i>Figure 53 : Récapitulation de la germination des graines issues des matières fécales.....</i>	124
<i>Figure 54 : Variation du nombre de graines germées sur les différents types de substrats .....</i>	134
<i>Figure 55 : Les différents types de graines dans les sacs plastiques placées sous l'influence de l'intensité de la lumière.....</i>	143
<i>Figure 56 : Variation du nombre de graines germées selon la nature du milieu.....</i>	146
<i>Figure 57 : Variation du nombre de graines germées selon le type de graines .....</i>	147
<i>Figure 58 : Germination de type de graines et l'état de la plantule dans les trois différentes intensités de lumière contrôlée le même jour .....</i>	148
<i>Figure 59 : Produits de l'alimentation des chauves-souris pendant une seule nuit sous un arbre de Ficus .....</i>	151
<i>Figure 60 : Observation de la façon de prise de nourriture sur un arbre de Ficus polita dans le village d'Anandrano pendant 7 jours.....</i>	151
<i>Figure 61 : Chaîne alimentaire .....</i>	166

## Liste des annexes :

---

*Annexe 1 : Liste des tableaux*

*Annexe 2 : Carte pédologique de Madagascar*

# Sommaire :

---

<b>Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>Partie I : Généralité sur les éléments d'études</b> .....	<b>4</b>
1. Présentation des Chiroptères .....	4
1.1. Origine .....	4
1.2. Classification générale .....	7
1.3. Importance des chauves-souris .....	9
1.4. Biologie des Chiroptères .....	10
2. Présentation du Fucus .....	19
2.1. Classification .....	20
2.2. Description .....	21
2.3. Reproduction et croissance .....	25
3. Présentation du milieu d'études .....	32
3.1. Milieu physique .....	32
3.2. Géologie .....	35
3.3. Pédologie .....	35
3.4. Hydrologie .....	39
3.5. Climat .....	39
3.6. Milieu biotique .....	44
<b>Partie II : Matériels et méthodes</b> .....	<b>59</b>
1. Etudes bibliographiques .....	59
2. Etudes sur terrain .....	60

2.1. Enquête sur l'habitat des Chiroptères et choix du milieu d'études.....	60
2.2. Collection des graines .....	62
2.3. Stérilisation des trois types de sol.....	71
2.4. Expérience de la germination.....	75
3. Analyse du sol au laboratoire .....	78
3.1. Préparation du sol .....	78
3.2. Mesure du pH.....	78
3.3 Recherche de matières organiques (C et N).....	80
3.4. Capacité d'échange cationique (CEC) .....	81
<b>Partie III : Résultats et interprétations .....</b>	<b>83</b>
1. Etude de la germination des trois types de graines sur les quatre types de substrats .....	83
1.1. Etude des graines sur le papier filtre.....	84
1.2. Etude de graines germées sur le sol .....	90
1.3. Interprétation des résultats .....	135
2. Etude des graines germées sur les différentes intensités du degré de l'ombre.....	142
2. 1. La forêt de Mandena .....	142
2. 2. Variation de la germination des trois types de graines sous l'influence de l'intensité de lumière .....	143
2. 3. Interprétation de ce deuxième lot d'expérience .....	149
3. Etude du troisième lot d'expérience : dispersion de graines .....	150
3. 1. Expérience de la dispersion de graines .....	150
3. 2. Interprétation de ce troisième lot d'expérience.....	151
<b>Partie IV : Suggestions et intérêts de l'étude.....</b>	<b>154</b>
1. Discussion .....	154
1.1. Germination des graines traitées de chauve-souris .....	155

1.2. Germination de graines sous l'influence du degré de l'ombre .....	157
1.3. Dispersion des graines .....	158
1.4. Germination sur les différents types du sol.....	159
2. Intérêts de cette étude.....	160
2. 1. Intérêt concernant l'étude des chauves-souris .....	160
2. 2. Intérêt concernant le Ficus .....	162
2. 3. Intérêt concernant le sol.....	163
2. 4. Intérêt pédagogique.....	163
<b>Conclusion :.....</b>	<b>167</b>
<b>Bibliographie : .....</b>	<b>169</b>

# Introduction :

---

Actuellement, la biodiversité est menacée et sa détérioration est plus forte que jamais. Il serait indispensable de nous rappeler que l'importance de l'interdépendance végétations-animaux est considérée comme source primordiale de la vie, il y en a de même pour sol-végétations et animaux-sol. La rupture de cet équilibre écologique engendre un grand problème pour l'homéostasie. La dégradation ou l'extinction de l'un de ces éléments engendre un grand problème pour tous ceux qui gouvernent un pays car c'est un problème relatif à la survie des êtres-vivants d'où la prise de décision pour gouverner devient délicate. C'est pour cette délicatesse du problème que nous avons mené cette étude pour bien montrer que les liens entre les éléments tridimensionnels sol-végétation-faune est non négligeable. Pour la vie socioculturelle, politique et économique d'un pays, la flore, la faune et le sol possèdent une grande valeur productive inestimable et l'un des supports non négligeable pour le développement d'une nation. La dégradation de l'un de ces trois éléments seulement entraîne la destruction du pilier de développement d'un pays. Ces trois éléments de l'écosystème constituent l'unité fondamentale de l'univers.

Or l'endémicité plus étonnante des flores et des faunes à Madagascar impressionne tous les chercheurs scientifiques dans le monde entier. Selon Ganzhorn, 2001 : Madagascar fait partie des pays les plus riches en biodiversité avec un niveau d'endémicité élevé : plus de 90 % des plantes vasculaires, 50 % des oiseaux, plus de 98 % des amphibiens, reptiles et mammifères. Les autorités Malagasy ne sont plus à la hauteur de prévenir, d'entretenir et de conserver l'appellation de notre île : «île verte» car elle devient rouge ce qui nous conduit d'avoir l'image d'un désert c'est-à-dire une diminution significative de la couverture végétale, une déperdition frappante de flores et des faunes endémiques provoquant une impuissance politico-économique. Cette richesse ne cesse de diminuer si l'on ne considère que la superficie de la couverture forestière totale de Madagascar dont il ne subsiste plus actuellement que 10 à 20 % de la couverture originelle de l'île[83].

L'action anthropologique engendre aussi la réduction significative de cette interdépendance ainsi que la diminution du taux d'endémisme de flore et de faune ; la pauvreté,

l'insuffisance alimentaire l'incitent à exploiter la nature sans mesure d'accompagnement d'où il y a déperdition qualitative et quantitative de la biodiversité.

Face à ce problème, le gouvernement du monde entier surtout dans les pays en voie de développement essaie de prévenir, de limiter ou/et d'éviter ce danger. Mais la résolution humaine seulement ne suffit pas pour remédier cette calamité. Les chercheurs scientifiques eux aussi ont des soucis sur le déclin de la forêt et l'extinction des animaux. Ils ont concentrés leurs recherches sur les lémuriens et les oiseaux[44]. Mais depuis quelques années ils ont fait attention sur un petit mammifère qui joue un grand rôle dans le maintien de la régénération de la forêt : c'est la chauve-souris, l'un des acteurs de la dispersion des graines pour la restauration de la forêt même si elles sont des animaux nocturnes. La dispersion des graines par les chauves-souris se fait soit par les graines issues de la matière fécale, soit par la graine issue de la régurgitation. Est-ce que la dispersion des graines par les chauves-souris est efficace en suivant l'expérience de la germination de ces graines sur les différents substrats et aussi sous l'ombre à des différentes intensités ? Est-ce qu'on peut compter sur la participation de la chauve-souris, est-ce que cette participation est efficace et efficienteaux différents types de sol à Madagascar ? Nous supposons que la régénération de la forêt par les chauves-souris est très importante et a une répercussion internationale très intéressante.

Nous avons l'intention de prouver et de soutenir cette idée d'efficacité des chauves-souris en concentrant notre étude sur la réussite de la germination des graines issues de ce petit mammifère par rapport à la germination des graines naturelles dans les différents substrats. Les graines sélectionnées pour cette étude sont les graines qui pourraient assurer la nourriture de cet animal pendant toute l'année comme le Ficus (famille de *Moraceae*). Pour mieux comprendre cette étude, nous allons élucider en premier lieu sur la représentation de ces trois éléments, puis la présentation du milieu d'étude, ensuite l'étude expérimentale et enfin les suggestions.

Partie I :

# **Généralité sur les éléments d'études**

# **Partie I :**

## **Généralité sur les éléments d'études**

---

La méconnaissance de la chauve-souris entraîne la négligence de son rôle envers la restauration de la forêt, il est donc nécessaire de faire sa connaissance.

Le Chiroptère est un être vivant étonnant et pour mieux le connaître il est nécessaire d'étudier ses particularités physiques, son rôle écologique, sa capacité d'adaptation puis la végétation qui assure sa nutrition : le Fucus et le sol favorable pour le fucus.

### **1. Présentation des Chiroptères**

Les chauves-souris sont trouvées sur tous les principaux continents et on a trouvé 1 120 espèces dans le monde ; ce qui constitue le 1/5 des mammifères recensés sur notre planète. Les chauves-souris tant qu'animaux nocturnes participent beaucoup à la régénération de la forêt par la dispersion des graines, soit par les matières fécales soit par la régurgitation ; donc elles méritent d'être mieux connus surtout sa biologie.

On va faire la connaissance de ce petit mammifère en faisant sa présentation brièvement.

#### **1.1.Origine**

L'apparition des Chauves-souris sur terre ainsi que son évolution est en rapport avec la paléontologie. Au cours de l'évolution, de nombreuses espèces de chiroptère sont apparues puis ont disparues. Mais, les fossiles les plus anciennes de chauves-souris datent de l'Éocène qui est une période géologique s'étendant de -55,8 à -33,9 millions d'années, et est marquée par l'émergence des premiers mammifères. On a trouvé un spécimen très bien conservé qui vivait il y avait 45 millions d'années. Les fossiles ont été mis au jour en Amérique du Nord (Green River formation Utah). Selon l'histoire, c'est le sous-ordre de Microchiroptère qui apparaît le premier et aussi l'autre 2e sous-ordre Mégachiroptère faisait son apparition plus tard.

On connaissait aussi qu'en Europe il y avait 23 millions d'années, les chauves-souris venant d'Asie du Sud passent l'équateur et colonisaient la région correspondant à l'actuelle Indonésie et l'Australie.

En Europe, la plupart des chauves-souris actuelles existaient sous de formes voisines dès le Quaternaire ancien (-4 à -1 million d'années). A partir de -2 millions d'années, les chiroptères ont du faire face à une succession de glaciation provoquant des changements profonds en particulier au niveau de la végétation. La majorité des espèces réussissait à migrer vers le Sud et ont survécu, les autres ont disparu. Leur remontée vers le Nord de l'Europe date de la fin de la dernière période glaciaire, lorsque les conditions climatiques et le milieu les ont été de nouveau favorables.

L'espèce *Onychonycteris finneyi*, apte au vol, mais sans doute capable de marcher et d'escalader ne possède pas d'organe d'écholocation, ce qui nous a conduits à penser que cette dernière capacité est apparue chez les chauves-souris après l'acquisition du vol.

En Afrique (selon le travail de l'équipe de paléontologie de l'Université Montpellier II et l'Université d'Oran et de Tlenuen : Algérie) la découverte des chauves-souris en Afrique est justifiée par la présence des restes de fossiles connues dans la formation d'El Kohol (Algérie) datée de l'Éocène inférieur (environ -50 millions d'années). Ce sont trois fragments dentaires (qui ont été obtenus après un mois de fouilles dans le désert). Après le travail de laboratoire, on a pu constater que l'une c'est une molaire supérieure presque complète, la deuxième c'est un trigonidet la troisième est un talonide. Les fossiles ont permis d'identifier une forme ancestrale qui est documentée sur la quasi-totalité des continents pendant l'Éocène inférieur. Ces formes impliquent 6 familles éteintes et sont nommées communément Eochiroptères. Les caractères distinctifs au point de vu morphologique : squelette, crane, ou dents ne sont retrouvées sur les espèces actuelles. Les fossiles d'Afrique du Nord jusqu'à maintenant, attestaient de faunes de chiroptère très diversifiées comprenant exclusivement des formes dérivées dès l'Éocène inférieure (Maroc, Tunisie, Égypte).

Cette découverte permet donc de repousser dans le temps l'apparition des Chiroptères sur le continent africain jusqu'au début de l'Éocène mais aussi d'élargir la distribution des Eochiroptères dans l'ensemble du globe. La découverte de nouvelles données fossiles est primordiale afin de mieux comprendre ces épisodes importants de l'histoire évolutive des chauves-souris.



*Figure 1 : Squelette d'une chauve-souris*

Madagascar se trouve dans le continent africain, mais cette quatrième grande île avait aussi sa spécificité envers l'originalité des chauves-souris. Selon l'histoire géologique, nous savons que la séparation du grand continent Gondwana engendrait la naissance de Madagascar il y avait 160 millions d'années mais il a pris son emplacement actuel aux environs de 120 millions d'années et il se séparait de l'Inde aux alentours de 80 millions d'années. [*Les chauves souris de Madagascar*]

Nous savons déjà que la première apparition des fossiles de chauves-souris a été découverte dans des sédiments Éocène à l'Ouest de l'Amérique du Nord. Ces dates ont eu un impact très important pour la compréhension de l'évolution des chauves-souris et la colonisation initiale à Madagascar. Étant donné que les données paléontologiques servent à situer l'apparition des fossiles dans le temps, c'est pour cette raison qu'on a pu identifier les premières fossiles à Madagascar aux environs de 100 millions d'années après sa séparation avec la terre ferme. Et les chauves-souris peuvent coloniser la grande île volant par delà des Océans ou du canal de Mozambique. Ces données paléontologiques à Madagascar sont découvertes dans les dépôts trouvés dans la grotte d'Anjohibe au Nord-Est de Majunga, datant de la fin de Pliocène, il y avait

26 000 ans ; c'est-à-dire à l'échelle géologique, c'était plus récent par rapport à la date que nous séparions de la masse de terre 160 millions d'années et aussi de la première découverte de la fossile sur la planète 52 millions d'années. Mais nous ne pouvons pas négliger cette découverte car elle nous permet de connaître qu'il y avait déjà au moins deux espèces disparues dans ces sédiments nommées à la suite de leur retrouvailles dans la grotte, et un autre étant localement extripé (*Eidolon dupreanum*).

La biographie nous permet de définir avec une certaine précision l'origine de quelques genres ou espèces de chauves-souris malagasy ; par exemple les genres *Eidolon* et *Neoromicia* sont limités au continent Africain et à Madagascar ce qui nous révèle que l'origine des chauves-souris à Madagascar était venu du continent Africain d'une part en traversant le Canal de Mozambique mais d'autre part, le genre *Embalionura* est représenté par beaucoup d'espèces en Asie, deux à Madagascar et aucune en Afrique en traversant l'Océan Indien.

En somme, la biographie nous montre que la majorité des genres de chauves-souris de Madagascar sont probablement d'origine Africaine et Asiatique. Nous savons bien la grande place que tiennent les chauves-souris dans le développement du pays. Quel est donc l'importance des chauves-souris dans le monde ? Mais avant de discuter sur cette importance, nous devons savoir les classer.

## **1.2. Classification générale**

La base de la classification des chauves-souris aux différents niveaux taxonomiques allant de la famille à l'espèce se repose sur la forme des oreilles et du tragus, les caractéristiques du pelage, surtout sur la morphologie du crâne et des dents, et on peut les classer aussi suivant le régime alimentaire. Mais il y a aussi la méthode de distinction par la biologie moléculaire qui est le plus en plus utilisée pour comprendre les aspects de l'histoire évolutive des chauves-souris qui comprend leur colonisation le processus de spéciation et l'identification des espèces cryptiques.

Mais dans cet ouvrage, nous allons adopter la classification selon la morphologie externe.

Les chauves-souris appartiennent à la classe des *Mammalia*, ordre des chiroptères qui sont des Euthériens doués de vol. Ce Chiroptère se divise en deux sous-ordres :

- Mégachiroptère qui n'a qu'une seule famille, la famille de *Pteropodidae* qui rassemble tous les chauves-souris frugivores avec 42 genres et 173 espèces ;

- Microchiroptères qui sont composés de 16 familles et 759 espèces rassemblent les autres que les frugivores (insectivores, hématophages, piscivore,...).

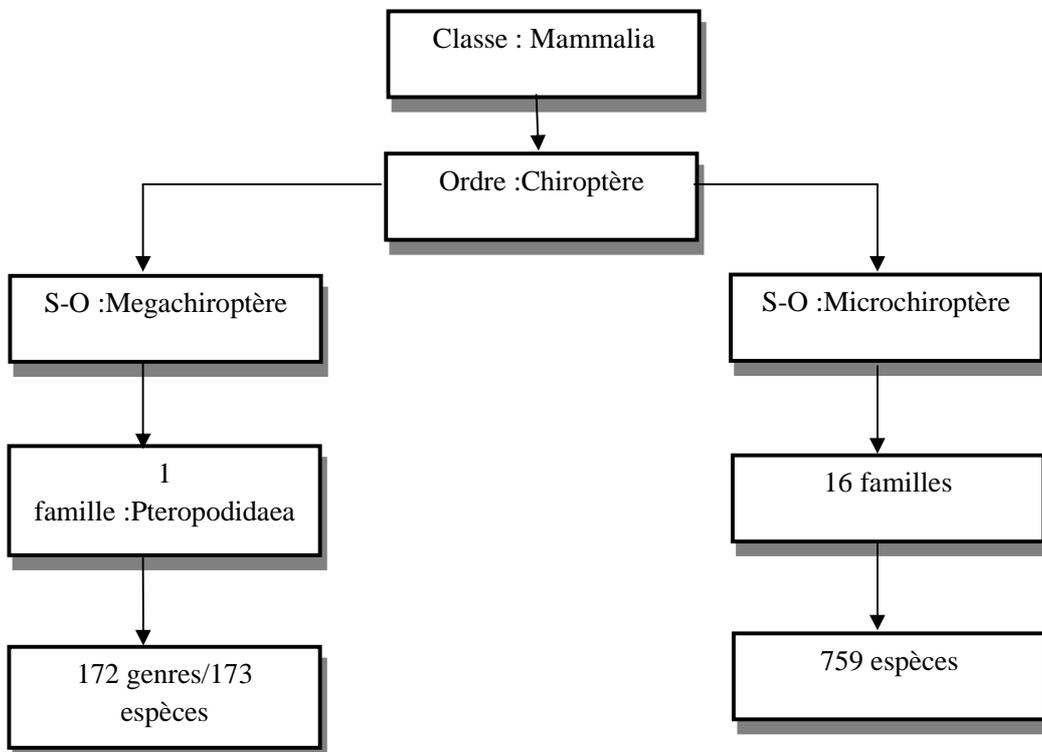


Figure 2 : Classification des chauves-souris

(Source : Arthur L et Demaise M 2005) [8]

Notre étude se concentre sur les chauves-souris frugivores donc il est nécessaire de voir la classification des Mégachiroptères.

Tableau I : Classification des Mégachiroptères

Famille	Caractéristiques	Genre/espèce
<i>Ptéropodidae</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Museau allongé</li> <li>➤ Existence de 2<sup>e</sup> griffes au bout de leurs pattes antérieures et du pouce</li> <li>➤ Grands yeux</li> <li>➤ Claquement de la langue</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Roussetus sp</li> <li>✓ Pterofus rufus</li> <li>✓ Eidolon sp dans les régions tropicales du globe</li> </ul>

Nous savons maintenant que le *Pteripodidae* est composé de trois genres frugivores et chaque type de chauve-souris frugivore présente sa propre spécificité. Quelles est donc l'importance des chauves-souris sur la régénération de la forêt dans le monde entier ?

### **1.3. Importance des chauves-souris**

La déforestation est une vraie occupation de tous les citoyens car la croissance économique, la force de production dépend beaucoup de l'existence de la flore. Or la récupération de l'extinction de la flore est un problème crucial pour l'humanité. L'interaction faune-flore est l'un des moyens pour y remédier. Mais la supposition des scientifiques concerne surtout sur les insectes, les lémurins, les oiseaux comme agents qui participent beaucoup à la régénération de la forêt. Or pendant quelques années, les scientifiques ont focalisé leurs études sur les chauves-souris qui peuvent être nommés comme premier responsable de la régénération de la forêt car elles peuvent transporter les pollens par leur corps couverts de poils, ou disperser les graines par leurs matières fécales ou leur régurgitation. [30] [127].

Nous assisterons sur le rôle des chauves-souris dans les différents continents :

- En Europe : Presque les chauves-souris sont des Microchiroptères avec un régime alimentaire insectivore mais il y en a aussi quelques frugivores qui sont les bons acteurs de la pollinisation et la régénération de la forêt.
- En Amérique : Il y a des chauves-souris frugivores ; ¼ des espèces de chauves-souris (c'est-à-dire 260 des espèces environ possède un régime alimentaire dépendant des végétaux. Elles se nourrissent sur 145 genres d'arbres fruitiers et 30 familles de plante. Dans ces zones équatoriales et tropicales de très nombreux végétaux sont dépendants de l'action de pollinisation et de dissémination des chauves-souris ; par exemple : le cas de l'ananas, le bananier, l'avocatier, les dattiers, les manguiers,... Mais il y a des plantes qui sont exclusivement dépendant de la chauve-souris comme le baobab qui ont des fleurs qui ne s'ouvrent que la nuit. Cette espèce en Amérique appelée *Pteropus samoensis* est différent des autres chauves-souris car elle est active pendant le jour et peut l'observer régulièrement dans la forêt [20]. Elle est aussi responsable de la dispersion des graines des *Artocarpus* et des petits fruits sous la canopée par exemple le *Fucus*. Aux États-Unis, il y a les trois espèces qui mangent le

nectar de fleur de désert comme le cactus et Agave qui se trouvent dans le Sud d'Arizona.

- En Afrique : Nous soulignons en particulier quelques exemples de pays Africains :
  - ✓ La Zambie : le nombre croissant d'*Eidolon helvum*, chauve-souris migrateur et est le plus important de la régénération de la forêt d'Afrique. Un grand biologiste a dit que «la dispersion des graines de l'arbre Iroko se fait à 98 % par cet espèce en Afrique». Elle peut voyager pour une nuit environ 65 km. Or une chauve-souris peut manger des fruits deux fois plus de son poids chaque nuit. Et le site Kasanka où il y en a beaucoup peut consommer 6 000 T de fruits par nuit qui ont un impact positif sur la croissance de la forêt. Car après le transit intestinal, les graines deviennent plus fertiles.
  - ✓ En Côte d'Ivoire Abidjan : Le site la plus célèbre est la Commune de Plateau qui héberge 2 types de chauves-souris frugivores *Eidolon helvum* et *Hypsignathus monstrosus*[76]. Ce sont les seuls animaux capables d'assurer la dispersion et favoriser la germination des graines d'Iroko (*Milicia excelsa*), et *Chlorophora excelsa* qui sont des arbres de la famille *Moraceae* en voie de disparition. Dans ce site, il y avait 2 220 584 individus.
  - ✓ Au Cameroun, on a identifié 52 espèces d'arbres fruitiers dont leur évolution dépend de la dispersion de graines par les matières fécales de la chauve-souris. Ce qui entraîne l'implication des chauves-souris dans la croissance économique de ce pays.
  - ✓ A Madagascar, nous avons pu constater que les chauves-souris tiennent une grande place sur l'amélioration de la croissance de la forêt mais nous ne connaissons pas parfaitement ce petit mammifère. Pour mieux le connaître, on va nous montrer ces traits biologiques.

#### **1.4. Biologie des Chiroptères**

Beaucoup d'entre nous n'ont pas connu le secret de la vie de cet extraordinaire mammifère. Du fait sa morphologie, son mode de vie, leurs particularités biologiques, leurs adaptations remarquables au différents types de milieux, ces mammifères méritent plus que jamais toute notre attention.

### 1.4.1. Morphologie

Les chauves-souris, tout comme les êtres humains sont des mammifères à sang chaud (homéotherme).



*Figure 3 :Tête d'une chauve-souris*

*(Source : Petite Larousse de Chiroptère)*

Sa face en général comporte un museau allongé et sa forme nous rappelle la tête d'un chien. Ce faciès particulier leur a valu le nom de renards volants.

Pour mieux la connaître, nous allons voir ses traits caractéristiques dans un tableau. Notre étude se concentre sur le *Pterofus rufus*.

Tableau II : Morphologie de la chauve-souris (Mégachiroptère : Pterofus)

Caractères	Mégachiroptères
	Pterofus
Corps	Couvert de poils, allongé
Taille	Taille moyen
Poids	60 g à 1,60 kg
Envergure	1,20 m à 1,50 m
Tête	Comme une tête de chien Avec de gros yeux Nez et oreille plus développés N'émet pas de sonar : écholocation
Membre	Particularité des membres postérieurs
Rôle	Pour s'accrocher facilement L'existence d'une griffe (1) prolonge chaque orteil et les pieds sont retournés à 180 ° en comparaison à l'Homme Les griffes servent à s'accrocher Le tendon fléchisseur est tendu par le poids de l'animal La troisième phalange reste fixe Les ailes : membres antérieurs
Structure	Tous les doigts, à l'exception du pouce, sont très allongés, et peuvent mettre sous tension une fine membrane de peau appelée : patagium La membrane alaire est très innervée et plus irriguée par du sang et contient des fibres musculaires
Rôle	Pour se déplacer Rôle de la régulation thermique Pour se protéger Pour chasser

➤ **Les organes de sens :**

**Organe de vue :**

Les Mégachiroptères ont deux gros yeux très actifs pour la vision crépusculaires. Chez l'être humain, ce sont les cellules en cône qui se développe pour une vision diurne mais pour les chauves-souris, ces cellules sont absentes. Par contre, les cellules en bâtonnets sont plus

développées pour la vision crépusculaire ou nocturne. Pour ce sous-ordre, il n'émet pas d'écholocation ; donc il utilise beaucoup son organe de vue pour s'orienter.

### Organe de l'ouïe :

Le Mégachiroptère possède des oreilles plus développées et sans formation de tragus (feuillet à la base de l'oreille). Ce sous-ordre n'émet pas non plus d'écholocation ; c'est la différence par rapport au Microchiroptère. D'où il utilise beaucoup son oreille pour entendre le moindre bruit.



**FACE VENTRALE**



**FACE DORSALE**

*Figure 4 : Morphologie externe de la chauve-souris*

*(Source : RAMANGANIRINA Marie Isabelle)*

### ➤ **Le tube digestif :**

En général les animaux qui ont un régime alimentaire frugivore sont des oiseaux mais dans notre cas nous avons un mammifère qui se nourrit essentiellement de fruit. D'après notre connaissance générale aussi, presque tous les mammifères herbivores comme le bœuf ont une formule dentaire et un appareil digestif plus complexe car leurs dents sont modifiées de plusieurs façons pour mastiquer, trituré, écrasé, ainsi que les diastases produites par les glandes digestives aussi. Jordano (1992) [75] a examiné des modifications spécifiques des systèmes digestifs chez les oiseaux frugivores par rapport aux chauves-souris. Pour les mammifères frugivores comme

les chauves-souris, elles exposent aussi des modifications spéciales sur l'anatomie de leur tube digestif : l'œsophage qui est un tube cylindrique mène dans l'estomac et s'étend avec une grande formation très développée de *caecum* (Jordano 1992) [75] ; le *caecum* montre une structure beaucoup moins compliquée qui autorise la digestion plus rapide. Le pro ventricule est extrêmement réduit, ou même absent dans quelque espèce ; le gésier présente des contours minces, non-musclés et simplifiés, il tient souvent une place latérale, alors l'œsophage est relié hermétiquement avec le duodénum ; l'intestin est court relatif à la dimension de son corps. Le temps de passage des graines à travers de son tube digestif est assez rapide, entre 10 à 144 min (Laska 1990) [83] tandis que la régurgitation d'après Traveset est encore plus rapide souvent dans 5-20 min. Cette aspect du tube digestif et la durée du passage des graines à travers l'appareil digestif rend la graine réfractaire et lui donne un pouvoir de se germer très rapidement. Par contre la rétention des graines trop longtemps dans l'appareil digestif d'un vertébré les laisse subir l'action des diastases qui peuvent entraîner la soumission de plusieurs protecteurs du mésocarpe et endommager l'embryon de la graine, surtout chez les graines avec manteaux plus doux (Murphy et al. 1993). Le destin de graines et plants dans la matière fécale peut être réellement crucial pour la progéniture.

#### **1.4.2. Cycles de vie et reproduction**

##### ➤ **Cycle saisonnier :**

La vie d'une chauve-souris dépend de chaque saison par les mêmes événements :

- La période de reproduction (les accouplements) correspond à l'automne ;
- La période de gestation ne commence qu'au printemps car la fécondation est différée ;
- La naissance et l'élevage de jeunes se fait en été ;
- L'hibernation se déroule en hiver.

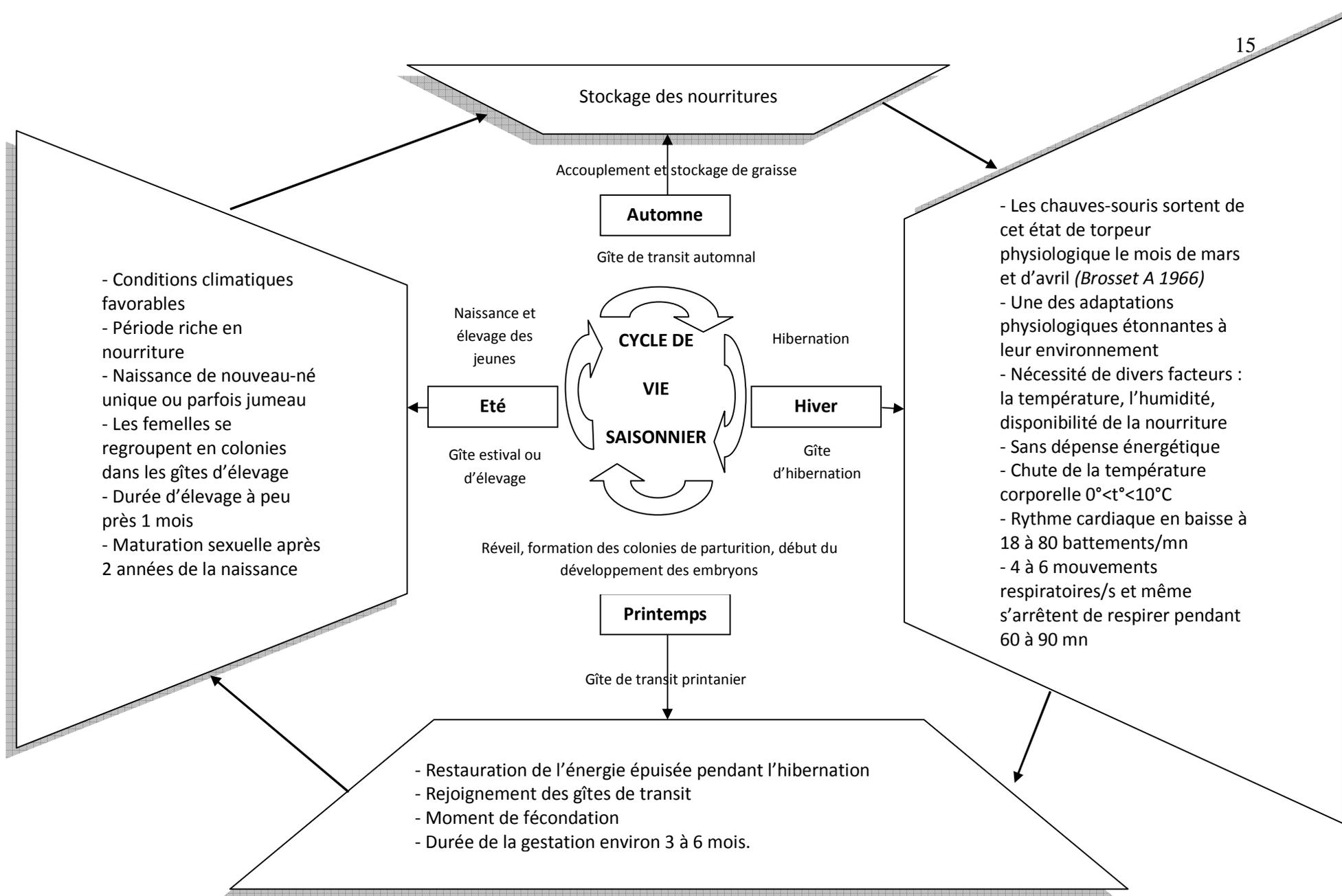


Figure 5 : Cycle de vie de la chauve-souris

➤ **Cycle circadien :**

En dehors de la saison hivernale, les chauves-souris possèdent une autre stratégie adaptative : entrer en léthargie au cours de l'année dans la journée. C'est pour économiser de l'énergie lorsque les conditions d'activités pour trouver de la nourriture sont optimales. Les animaux n'entrent pas en léthargie que dans un environnement où la température est basse, d'où la nécessité de changer de gîte de façon à trouver les conditions optimales pour le faire [20]. Les seuls individus qui n'entrent pas en léthargie diurne sont les juvéniles qui n'en sont pas encore capables, et les femelles allaitantes. Ce n'est qu'à la tombée de la nuit qu'elles commencent à quitter leurs gîtes pour rejoindre leurs territoires de chasse, en empruntant des voies aériennes bien définies.

➤ **Reproduction proprement dite :**

Chez les chauves-souris, la période de naissance est étroitement liée aux variations saisonnières, des ressources alimentaires.

Cette naissance n'est pas toujours identique dans l'hémisphère Nord et Sud. Pour le Nord, la naissance a lieu le printemps (Mars) où la plupart des plantes sont en fleurs, par exemple en Inde. Pour le Sud, la mise-bas se produit en Été (octobre-novembre), par exemple en Australie ; septembre-octobre : et la floraison de l'Eucalyptus culmine d'octobre au mois de janvier. L'élevage des jeunes coïncide ainsi avec une période d'abondance alimentaire, quel que soit le lieu.

Quand la femelle est accompagnée de son jeune de l'année précédente, le mâle est monogame mais par contre, il est polygame.

La reproduction des chauves-souris est plus lente parmi les mammifères car, elle ne commence que vers l'âge de 2 ou 3 ans. Elle donne naissance à un seul individu pendant une grossesse et durant une saison de production, le cycle mono-œstrus et dans le cas contraire on a le cycle poly-œstrus.

Mais en général, on n'a qu'un seul petit mais quelque fois des jumeaux.

Il existe différents systèmes que les femelles utilisent pour garantir la naissance de leur descendance :

- Le stockage du sperme dans l'utérus car l'ovulation est retardée (dépend de conditions favorables, ceci peut durer 7 mois pour la famille des *Vespertilionidae*) ;

- Implantation retardée, les femelles peuvent garder vivant dans l'utérus des œufs féconds (famille de *Pteropodidae*) ;
- Développement retardée, c'est la croissance de l'œuf embryon qui est retardée de plusieurs mois (famille de *Vespertilionidae*).

La durée de la gestation dépend beaucoup de ces stratégies que les femelles utilisent d'où elle peut être autour de 60 jours où même peut aller jusqu'à 5 à 6 mois (pour celles qui utilisent les techniques d'implantation et de développement retardé).

A la naissance, le nouveau-né pèse 1/10 du poids de sa mère et possède déjà 20 dents de lait associées à des ongles crénelés qui lui sont utiles pour rester fermement agrippé à sa mère en toutes circonstances. Il est capable de voler à l'âge de trois mois.

### **1.4.3.Régime alimentaire**

Il existe 5 régimes alimentaires :

- Entomophage (*Emballonura* à Madagascar)
- Mixte : carnivores et frugivores (*Vampyrum* en Amérique du Sud) ;
- Piscivore : (*Noctilio* Amérique du Sud et Centrale)
- Phytophage :
  - ✓ -Frugivore : *Roussettus* (Madagascar)
  - ✓ Nectarivore : *Choenonycteris*
  - ✓ Pollenivore : *Glossophaga* (Mexique)
  - ✓ Glossophage : *Cynopterus*
- Hematophage : *Desmodus* (Amérique du Sud)

Le régime alimentaire des chauves-souris varie considérablement selon les espèces et les régions où elles vivent, le régime des chauves-souris Phytophage change en fonction des disponibilités alimentaires.

Comme les conditions de vie favorables sont les nécessités de premier ordre, donc il serait indispensable de connaître les gîtes ou l'habitat de ces chauves-souris car elles restent durant toute la journée avec la tête en bas dans cet habitat.

#### **1.4.4.Habitats**

Les chauves-souris dans leur ensemble cherchent à se satisfaire d'un large éventail de milieux et de gîtes comme :

- Les habitats souterrains : grottes, tunnels, anciennes carrières et mines, caves, abris sous roches (minioptères, rhinolophes) y vivent toute l'année.
- Le milieu forestier : anciennes loges de pics, les branches creuses, les troncs foudroyés et les fissures sous les écorces, les cavités d'arbres sont généralement des lieux de mise-bas et d'estivage.
- Les bâtiments : maisons, immeubles, églises et châteaux forts par exemple les Pipistrelles y vivent toute l'année et en été, des femelles y mettent bas et y élèvent leurs progénitures.



*Figure 6 :Gîtes des chauves-souris dans le milieu d'études à Amborabao*

*(Source : RAMANGANIRINA Marie Isabelle)*

En connaissant bien la biologie des chauves-souris, leur morphologie, leurs habitats qui se trouvent soient dans les grottes, soient dans les cavernes, soient dans la forêt dépendent et nécessitent beaucoup la connaissance de la nature du sol. Puisque tous les êtres vivants, pour maintenir leur coutume et leurs mœurs et pour mieux s'évoluer, ont besoin de la terre, surtout sa partie superficielle : le sol. Pour Madagascar, la répartition du type de sol qui est nécessaire pour maintenir l'équilibre de l'écosystème est résumé dans le tableau III page 18.

Tableau III : Proportion des différentes classes de sol de Madagascar selon la carte de Delenne et Pelletioer, 1981 (in Grinand et al. 2009)

Types de sol	Pourcentage de la surface de l'île	10 <sup>3</sup> km <sup>2</sup>
1- sol minéral brut et peu évolué	26	158
2- Sol calcimorphe	1,5	9
3- Vertisol et similaire	1,3	8
4- Sol brun antrophe	0,1	<1
5- Sol rouge méditerranéen	1,3	8
6- Sol ferrugineux tropical	27,5	166
7- Sol ferralitique	40	243
8- Sol halomorphe	1	6
9- Sol hydromorphe	1,3	7

Ce tableau nous montre la répartition de chaque type de sol qui recouvre la superficie de Madagascar. Cette répartition du sol est importante dans notre étude pour pouvoir estimer et évaluer la surface de Madagascar qui peut être recouverte de graines de Ficus par l'action des chauves-souris. Ce sol en tant que support des êtres vivants assure aussi leur alimentation. Pour notre cas, les chauves-souris que nous avons étudiées sont exclusivement frugivores donc nous avons besoin de savoir le type de plante qui lui fournit sa nourriture : le Ficus.

## 2. Présentation du Fucus

Le genre Ficus a été connu dès la fin du 4<sup>ème</sup> millénaire avant Jésus Christ. Il est répandu dans la zone tempérée de l'Inde jusqu'aux îles Canaries. Des fossiles trouvés à l'ère quaternaire ont montré également son existence dans le Bassin Parisien. Le genre Ficus comprend environ 750 espèces qui se trouvent dans les régions tropicales et subtropicales, ainsi quelques-unes dans les régions tempérées chaudes. On en trouve une centaine en Afrique, 500 en Asie et en Australie et 150 en Amérique. L'un des genres les plus vastes parmi les Angiospermes.

A Madagascar, l'étude du genre Ficus a commencé en 1786. Les six premières espèces ont été décrites par Thunbergii et Lamarck. Puis on a renouvelé toujours cette classification jusqu'à

maintenant et on a trouvé plusieurs nouvelles espèces et selon Corner, en 1965 on a adopté un nouveau réarrangement dont 105 espèces ont été recensées dans la flore africaine dont 18 endémiques, dans la flore de Madagascar 30 : 25 espèces sont reconnues et 5 taxa nouveaux sont décrits dont : *F. humbertii* CC Berg, *F. karthalensis* CC Berg, *F. madagascariensis* CC Berg et *F. antandronarum*, (H. Perrier) CC Berg sous-espèce *bernardii* C.C. Berg. Cette dernière révision est recueillie dans l'ouvrage Galoglychia. Le Ficus aussi a une valeur socioculturelle dans la société Malagasy.

Selon l'histoire de Madagascar le Ficus est un arbre qui marque le territoire royal. Par ailleurs, dans l'histoire de Madagascar, *Ficus baroni* (Amontana) symbolisait le pouvoir royal. On en trouve souvent dans l'enceinte des anciens domaines royaux. De même, sur les hameaux des anciens seigneurs, l'on rencontre souvent d'autres espèces dont *Ficus reflexa*. *Ficus rubra* (Aviavy) entrainait dans l'ancien système éducatif malgache qui l'utilisait pour apprendre aux enfants à compter ; à Miary, dans la région de Toliara, la place où deux pieds de Ficus poussent (probablement d'espèce *benghalensis*) est utilisée par la population de la région comme un lieu d'offrande. L'origine de cette valeur socioculturelle du genre Ficus reste mal connue.

Le Ficus est un arbre de la famille des *Moraceae*. Il y a deux types de Ficus selon leur mode de vie :

- Ficus qui est un figuier étrangleur (*Ficus auréa* de Floride et *Ficus polita* de Madagascar)
- Ficus non étrangleur (*Ficus glumosa*).

## **2.1. Classification**

Selon la classification phylogénétique, toutes ces familles sont regroupées dans l'ordre des Rosales, l'ordre des Urticales étant considéré comme non pertinent. La famille des *Moraceae* comprend 1 400 espèces réparties en une quarantaine de genres. La plupart d'entre elles sont des arbres ou arbustes contenant le plus souvent du latex ; elles se présentent également sous forme de lianes ou de plantes rampantes, mais très rarement.

Tableau IV : Classification de Moraceae

<b>Règne</b>	<i>Plantae</i>
<b>Sous-règne</b>	<i>Tracheobionta</i>
<b>Division</b>	<i>Magnoliophyta</i>
<b>Classe</b>	<i>Magnoliopsida</i>
<b>Sous-classe</b>	<i>Hamamelidae</i>
<b>Ordre</b>	<i>Urticales/Rosales</i>
<b>Famille</b>	<i>Moraceae</i>
<b>Genre</b>	Ficus

## **2.2. Description**

### **2.2.1. Taille**

Le Ficus varie selon l'espèce, il se présente comme un arbuste ou petit arbre atteignant 10 m de haut ; un arbre qui peut atteindre 20 à 30 m de hauteur ; une plante grimpante ou rampant très rarement. Leurs tiges portent des feuilles de 1,5-4(3) mm d'épaisseur, glabres ou pubescentes, rouges ou brun-sombre, brune pâle ou grises ; l'écorce externe écailleuse, l'écorce interne exsudant avec un latex blanc visqueux.

Pour les figes étrangleurs, elles présentent de nombreuses racines adventives.



*Figure 7 : Le Ficus polita, un figuier étrangleur qui montre les racines adventives et son plante hôte étranglée*



*Figure 8 :Latex provenant de la plante*  
(Source : RAMANGANIRINA Marie Isabelle)



*Figure 9 :Les différentes tailles du fucus*  
(Source : RAMANGANIRINA Marie Isabelle)

### **2.2.2. Feuilles**

Il est généralement à feuillages persistants mais certaines sont à feuillages caduques. Leurs feuilles sont simples, entières, pétiolées, épaisses, d'un vert brillant à disposition alternées.

La taille et la forme des feuilles sont variables : certaines plantes possèdent des feuilles qui font généralement moins de 10 cm de long alors que d'autres ont des feuilles qui sont plus grandes atteignant 12 cm.

La forme des feuilles et de leur base varie également, certaines plantes ont des feuilles de forme oblongue ou elliptique tandis que d'autres feuilles sont en forme de cœur (lancéolées, 1,5-12 x 1-5(-5.5)) cm, coriaces, à sommet aigu ou arrondi ou court-acuminé, base aiguë à obtuse avec une encoche à la base) ou ovales (base arrondie) ou aussi en spirale. Il y a 3-7 paires de nervures latérales, à nervures tertiaires réticulées.

Les pétioles sont 0.3-3(-4) cm de long, 1-2 mm d'épaisseur, glabres (ou pubescent), stipules 0.5-1.5(-2) cm de long, membraneux, glabres ou faiblement et minutieusement pubescent, habituellement subpersistants. Les figues en paire axillaires ou juste au-dessous des feuilles, sessiles ; bractées basales semi-circulaires à largement ovées, 1,5-2 mm de long, pubescentes à subglabres ; réceptacles (sub)globeuses, sèches, 0.5-0.8 (-1.2) cm de diamètre.



*Figure 10 :Types de feuilles de ficus*

*(Source : RAMANGANIRINA Marie Isabelle)*

### **2.2.3. Inflorescence**

Les fleurs très discrètes sont situées à l'aisselle des feuilles. Les étamines sont (sub) sessiles, pétales 3 (ou 4), libres ou basalement disposées, environ 1-1,5 mm de long, filament environ 1,5 mm de long, anthères environ 0,5 mm de long, Fleurs à pistils : tépales 3 (ou 4), libres ou basalement disposées, environ 1-1,5 mm de long ; les grains des fleurs sessiles ou de hauteur 0,5 mm, pédicellés, (stigmates y compris) 0,5-1 mm de long ; écorchures des fleurs de hauteur 1 mm, pédicellées, style (y compris stigmates) environ 0,5 mm de long : fruits ovoïdes à subglobeux, environ 1 mm de long, bicolores «Fruits écorchés» subglobeux à obovoïdes, 1-1 5 mm de long plus ou moins stipités. Bractées interflorales environ. 1 mm de long. La description ci-dessus est basée sur les matériels de Madagascar et des îles Mascareignes, dont les matériels de la sous-espèce *reflexa*. Ce taxon est illustré dans la Flore de Madagascar, *Moraceae*(1952).



*Figure 11 : Fleur d'une espèce de Ficus*

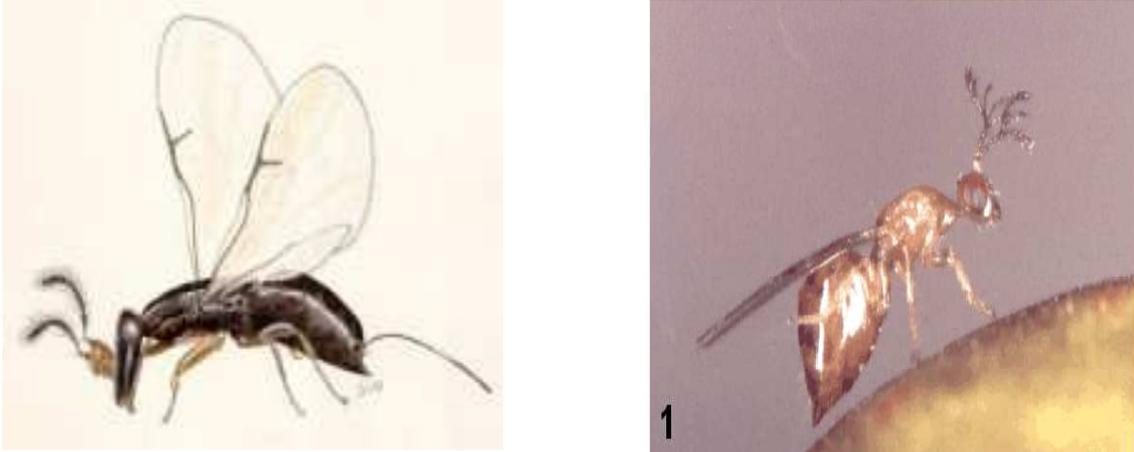
*(Source : RAMANGANIRINA Marie Isabelle)*

Les figuiers ont des inflorescences complexes appelées sycones. Les fleurs sont entièrement contenues dans une structure fermée. Leur seul lien avec l'extérieur se fait à travers un petit orifice appelé ostiole. Les figuiers sont monoïques, ils ont des fleurs mâles et femelles à l'intérieur du même sycone. Les fleurs femelles sont matures en premier, et une fois arrivées à maturation, elles dégagent des substances chimiques volatiles qui attirent les guêpes. Certaines donnant des figues jumelles qui sont vertes lorsqu'elles sont immatures et deviennent jaunes en mûrissant

## **2.3. Reproduction et croissance**

### **2.3.1. Reproduction**

Les figuiers forment un mutualisme avec les hyménoptères de la famille des *Agonidae*, les figues ne sont pollinisées que par ces guêpes, et celles-ci ne peuvent se reproduire que dans les fleurs de figuiers. En général, chaque espèce de figuier dépend d'une seule espèce de guêpe pour la pollinisation et de même chaque espèce de guêpes est dépendante d'une espèce particulière de figuiers pour se reproduire.



*Figure 12 :La guêpe, un agent pollinisateur du Fucus*

*(Source : Malagasy Fucus, Jean Yves RASPLUS TBA en 2002)*

Par exemple :

Les guêpes femelles font un chemin à travers l'ostiole jusqu'à l'intérieur du sycone. Arrivées là, elles pollinisent les fleurs, pondent des œufs et meurent. Les œufs éclosent et les larves se nourrissent des fleurs dans lesquelles elles ont été pondues.

Après quatre à sept semaines, les guêpes devenues adultes émergent. Les guêpes mâles apparaissent d'abord ; ils s'accouplent avec les femelles et creusent des trous de sortie à travers les parois de la figue. Les fleurs mâles sont matures au moment où les guêpes femelles émergent puis elles transportent le pollen par son corps. Au bout de un à cinq jours, les figues mûrissent. Les figues mûres seront mangées par une grande variété de mammifères (chauves-souris) et d'oiseaux qui en dispersent les graines.

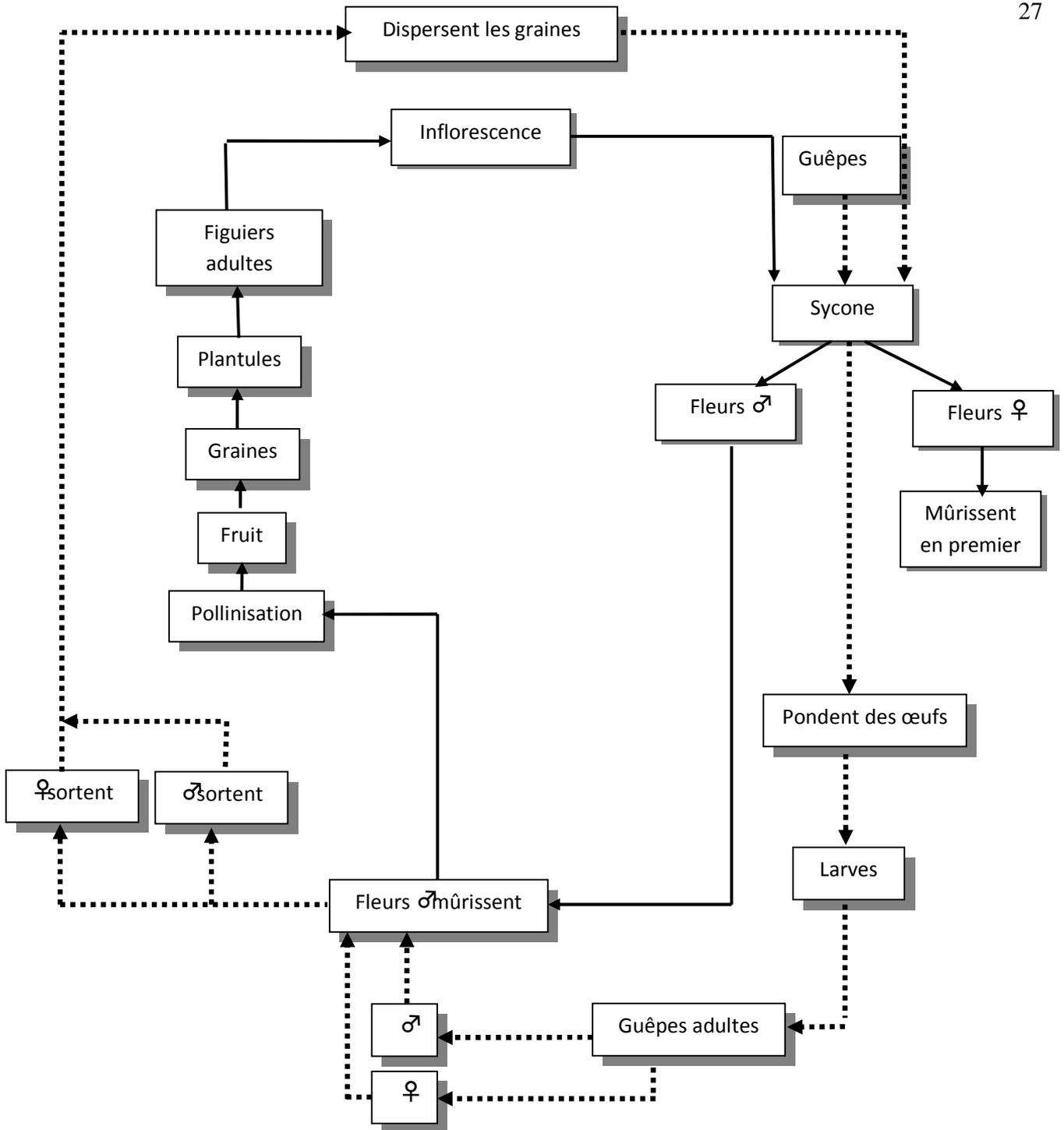


Figure 13 :Présentation schématique de la guêpe, un agent pollinisateur du fucus

(Source : Malagasy fucus, Jean Yves RASPLUS TBA en 2002)[118]

➤ **Phénologie :**

Les figiers fleurissent et fructifient de façon asynchrone. Floraison et fructification d'une population de figiers sont échelonnées dans le temps. Ce fait est important pour les guêpes femelles qui ont besoin de trouver un jeune sycone pour pondre leurs œufs durant quelques jours après leur émergence. Ainsi, les figes sont une ressource importante et régulière de nourriture pour les animaux frugivores, les figes étant l'un des rares fruits disponibles toute l'année.

*Tableau V : Phénologie de la floraison chez le Ficus*

Phase	Description	Durée
A (pré-femelle)	Fleurs immatures	2 jours à plus de 9 mois
B (femelle)	Les fleurs femelles sont prêtes à être pollinisées, les guêpes femelles pondent leurs œufs et pollinisent les fleurs	1 jour à 3 semaines
C (interfloraison)	Les figes fructifient et les larves de guêpes se développent	4 à 7 semaines
D (mâle)	Les fleurs mâles arrivent à maturité, les guêpes sont adultes, s'accouplent et les femelles se dispersent	1 à 2 jours
E (post-floraison)	Les fruits mûrs	1 à 5 jours

La phénologie de floraison du Ficus comprend 5 phases mais la durée de la phase B varie selon les espèces.

### **2.3.2. Croissance**

Après la pollinisation et la fécondation on obtient des graines ce qui vont assurer la génération par l'intermédiaire du processus de la germination et cette étude de la germination tient une grande place dans notre recherche, il est donc nécessaire d'avoir une petite notion sur la germination.

Chez de nombreuses plantes, la germination des graines n'est pas immédiate, et nécessite le passage par une période de repos pendant laquelle la germination est inhibée par divers mécanismes. Cette germination étant naturellement inhibée tant que la graine est dans le fruit, et souvent durant un certain temps (selon un cycle saisonnier ou plus long) ; des corps chimiques produits par la plante et accumulés dans le fruit et/ou la graine sont des hormones végétales inhibant la germination

exemple :acide abscissique. La germination peut aussi être bloquée par des substances émises par les racines de la plante-mère ou d'autres plantes (arbres notamment). Cette inhibition peut être liée à la présence d'inhibiteurs, à l'imperméabilité des enveloppes à l'eau ou à l'oxygène, la résistance mécanique des enveloppes. Avec le déclin de ces substances la germination peut commencer. Dans les graines des Graminées, l'embryon sécrète des hormones végétales de la famille des gibbérellines qui induisent dans un tissu particulier, la couche à aleurone, la synthèse d'alpha-amylase qui mobilise les réserves contenues dans l'albumen au profit de l'embryon.

### **2.3.3. Définition de la germination**

La germination est le phénomène par lequel l'embryon contenu dans la graine sort de sa période de vie ralentie et se développe grâce aux réserves de la graine. C'est la reprise du développement et du métabolisme, absorption d'eau (imbibition), respiration, activité enzymatique d'un embryon de spermatophyte, jusqu'à ce qu'il devienne une plante adulte. On considère que la germination commence lorsque la graine est mise en contact avec de l'eau, (si les conditions extérieures sont favorables), et se termine lorsque la radicule a percé la cuticule.

D'après LEVY (1990) [84], la germination comporte deux étapes : la germination au sens strict qui est la première phase, et la levée. Notre expérience a correspondu à la première phase de germination commençant dès l'imbibition des graines jusqu'au début de l'allongement de la radicule.

### **2.3.4. Pouvoir germinatif**

La longévité des graines, ou le pouvoir germinatif varie beaucoup selon l'espèce en particulier selon leur caractère : pionnier ou secondaire ou les conditions du milieu ; il persiste de quelques jours à plusieurs siècles : entre deux et dix ans exemple : céréales, épinard. Cette longévité peut atteindre une centaine d'années : cassia, graines dites macrobiotiques. Certaines graines ont une très courte longévité, de quelques jours :peuplier, à quelques semaines caféier, elles sont dites microbiotiques. Le cas extrême est celui des graines qui germent dans le fruit encore accroché à la plante-mère (Rhizophora, palétuvier) : graines vivipares

Les facteurs qui produisent la levée de la dormance d'une graine :

- la composition chimique du sol, l'humidité, le Ph, la structure de la couche arable, le climat,

- l'activité des bactéries du sol, aérobies et anaérobies, chevilles ouvrières de la transformation de la matière organique du sol ;
- les pratiques humaines présentes ou passées ;
- l'environnement végétal (certaines plantes ont des exsudats racinaires qui inhibent la germination de certaines graines).

### **2.3.5. Types de germination**

Il y a deux types de germination :

- la germination épigée : comme chez le Ficus polita, chez l'haricot par exemple. La graine est soulevée hors du sol par accroissement rapide de la tigelle qui donne l'axe hypocotyle et qui soulève les deux cotylédons hors du sol. La gemmule se développe (après la radicule) et donne une tige feuillée au-dessus des deux cotylédons. Le premier entre-nœud donne l'épicotyle. Les premières feuilles, au-dessus des cotylédons sont les feuilles primordiales (elles sont plus simples que les futures feuilles).
- La germination hypogée : comme chez le maïs. La graine reste dans le sol, la tigelle ne se développe pas et les cotylédons restent dans le sol.



*Figure 14 :Germination épigée*

*(Source : RAMANGANIRINA Marie Isabelle)*

### **2.3.6. Conditions de la germination**

La germination ne se produit que si les conditions extérieures. (humidité, température, oxygène, luminosité ou durée du jour) sont conjointement présentes et favorables ; de même que les facteurs internes (maturité, viabilité, dormance, effet de la lumière).

Certaines graines ne peuvent germer (ou ont une germination fortement facilitée) qu'après avoir subi :

- un froid intense qui lève les dormances, c'est la vernalisation (aussi appelée «stratification») ;
- un passage dans le tube digestif d'un animal, voire d'un animal spécifique (herbivore, frugivore, vers de terre...) ;
- une dégradation de leur cuticule externe par un acide (graines de milieux acides, ou germant dans certaines fourmilières) ;
- un passage dans les flammes (plante pyrophytes) ;
- une abrasion (pour des plantes dont les graines sont dispersées par l'eau ou en contact avec les grains de sables) ; l'épersillage désigne l'abrasion artificielle du «liège» entourant certaines graines (ex. : d'angélique) pour initier leur germination) ;
- une dégradation de la cuticule hydrophobe (ex. du marron d'Inde) par des bactéries et/ou champignons.

À la fin de la germination, les cotylédons, ayant rempli leur rôle, se flétrissent et laissent la place aux vraies feuilles qui prennent leur relais pour alimenter la plante grâce à la photosynthèse.

### **2.3.7. Technique de germination**

Dans la plupart des cas, il suffit de mettre la graine dans l'eau jusqu'à ce qu'elle coule. Elle est alors assez hydratée. En la plaçant ensuite entre deux morceaux de papier absorbant ou coton hydrophile imbibés d'eau, dans un milieu conservant l'humidité (entre deux assiettes par exemple (face creuse contre face creuse)). Beaucoup de graines germent en étant conservées dans le noir à une température se situant autour de 20 °C. Après une période ne dépassant généralement pas les 72 heures, les graines ont germé. Certaines graines nécessitent des protocoles plus complexes.

Dans notre expérience, un certain nombre de conditions sont nécessaires à la germination des graines : l'humidité du milieu de culture qui est assurée par l'utilisation des papiers filtre imbibés

d'eau, la présence d'oxygène atmosphérique suffisante, une température de 20-21 °C qui stimule la vitesse de germination, la lumière qui est un facteur intervenant dans la régulation de la germination.

La croissance et le développement du Ficus dépend de leur espèce, il y en a qui ont une croissance rapide (Ficus aurea).

Le Ficus appartient au groupe des épiphytes et hémiepiphytes. Les figuiers hémiepiphytes, germent dans la canopée d'un arbre hôte et commencent sa vie comme épiphyte avant que ses racines ne touchent le sol. Pour les figuiers étrangleurs (Ficus polita), les racines se rejoignent et étouffent l'arbre hôte. Cela se traduit généralement par la mort de ce dernier.

On a déjà vu que la chauve-souris ne peut survivre sans le Ficus et de même pour le Ficus sans le sol. Mais, il faut bien noter que le Ficus polita possède une mode de vie un peu plus particulière en montrant sa capacité de vivre et de se développer sur son hôte. Outre la chauve-souris, nous avons aussi vu qu'il y en a d'autres animaux qui ont besoin de ce figuier. D'après ce qu'on a vu ci-dessus, l'étude de ces trois êtres vivants doit se faire dans les mêmes conditions naturelles, spatiales et temporelles. Pour bien élucider notre étude, il faut bien observer, consulter et mieux choisir notre milieu où va se dérouler notre recherche ; il répond à tous les critères nécessaires pour effectuer notre projet d'étude afin de prouver la complémentarité entre ces trois éléments. Dans ce cas, on va présenter ce terrain de recherche.

### **3. Présentation du milieu d'études**

#### **3.1. Milieu physique**

Cette étude s'est déroulée entre le 27 juillet et le 27 octobre 2011 dans le District de Taolagnaro qui est une des villes exceptionnelles parmi les Districts de Madagascar. Elle est riche en ressources naturelles telles que floristique, faunistique, en ressources minières et en ressources halieutiques. C'est aussi une ville touristique qui présente de relief étonnant et des beaux paysages ; avec les deux autres districts Amboasary Sud et Betroka constituent la Région d'Anosy qui se trouve dans l'extrême Sud de Madagascar. Administrativement, la Région d'Anosy est limitée par la Région d'Androy, Atsimo Atsinanana, Ihorombe et Atsimo Andrefana. (Profil court Région Anosy juillet 2006).

Elle est localisée entre 22° 67 et 22° 20 de latitude Sud et de longitude 45° 18 et 47° 40 de longitude, elle est délimitée par :

- N-E : Befotaka N-O : Betroka,
- S-O : Ampanihy Est, S-E : Océan Indien.

En termes de superficie, cette région représente 22 % de l'ex-province de Toliara dont elle fait partie et 6 % de la grande île aux environ de 29 635 km.

La région est limitée par les régions : Atsimo atsinanana, Ihorombe, Atsimo andrefana, Androy.

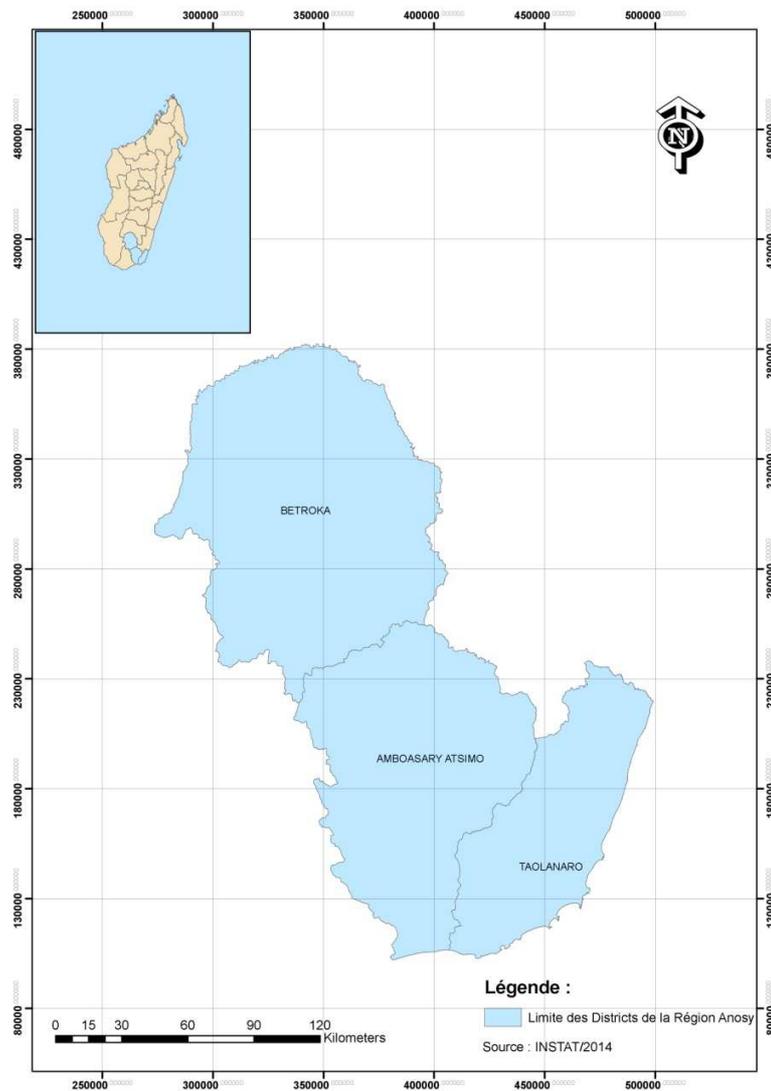


Figure 15 : Localisation de la Région d'Anosy

D'après l'observation de la délimitation de cette région, on a pu constater que le relief est très varié, on a des massifs montagneux, des côtes, des plateaux et des pénéplaines. Mais en général, le relief de la région Sud est à dominante de pénéplaine.

### **3.1.1. Au centre**

La partie centrale fait partie du socle cristallin, avec une altitude maximale de 600 m.

### **3.1.2. Vers l'Est, les massifs montagneux**

Les massifs montagneux qui divisent longitudinalement la grande île en deux versants (Est et Ouest) se terminent par les chaînes Anosyennes à Taolagnaro, et par le massif de l'Ivakoana, au niveau de Tsivory.

Les principaux massifs de la région sont :

- les chaînes anosyennes ayant Beampingaratra comme point culminant à 1 956 m ;
- la chaîne Ivakoana ayant Ivakoana comme point culminant à 1 632 m se prolonge par celui de Beampingaratra en forme de cheval, délimitant la cuvette de Mandrare ; au-delà des massifs, on rencontre la cuvette de Ranomafana et une étroite plaine côtière orientale.

### **3.1.3. A l'Ouest, des chaînes anosyennes, et au Sud de la couronne de l'Ivakoana**

On rencontre de vastes zones de plateaux et de pénéplaines jusqu'au bord de la rivière Menarandra. Ainsi de vastes zones sableuses encadrant les deux bassins lagunaires d'Ambovobe et de Beloha, isolés de la mer par les plates-formes calcaires à Karimbola. L'altitude moyenne est de 250 m.

### **3.1.4. Les côtes**

La région dispose de deux zones côtières :

- La côte sur l'Océan Indien : 315 km (de Maroroy au Nord de Manantenina, au Cap Sainte-Marie) on rencontre une pente abrupte avec une petite plage et il n'y a pas de plateau continental. La mer est forte et dangereuse.

- La côte sur le canal de Mozambique : 85 km (du Cap Sainte-Marie à l'embouchure de la rivière de Menarandra), la pente est aussi abrupte mais accessible. On y trouve un plateau continental et la mer est calme ; par contre on n'y rencontre pas de mangroves.

### **3.2.Géologie**

Géologiquement Madagascar comprend deux grandes formations :

- Le socle cristallin : qui date du Précambrien et forme l'ossature de l'île : il couvre toute la partie centrale de la grande île et affleure sur une surface de 400 000 km<sup>2</sup> presque le 2/3 de Madagascar.
- La couverture sédimentaire : elle occupe le 1/3 restant sur la partie occidentale.

Or la région du Sud est divisée en deux zones géologiques :

- L'Androy, qui se trouve essentiellement sur le socle cristallin Précambrien. Il est recouvert à l'Est par les basaltes du massif volcanique de l'Androy,
- À l'Ouest et au Sud par des dépôts quaternaires (sables roux et blancs et formation dunaires au Sud d'Ambovombe).

L'Anosy (Taolagnaro) est formé de roches granitiques avec des sols ferrallitiques.

On trouve quatre types de roches dans cette région :

- Roches volcaniques (bassin de Mandrare),
- Sable le long du littoral Androyen,
- Alluvion le long des fleuves de Mandrare et de Menarandra,
- Les concrétions et cuirasses dans les massifs de l'Ivakoana et les chaînes Anosyennes. On rencontre surtout du granite et de migmatite granitoïde. Le soubassement cristallin est constitué par des roches plus tendres (schiste paragneiss).

### **3.3.Pédologie**

D'une façon générale, les sols sont particulièrement pauvres, peu ou pas humifères. Les sols ferrugineux tropicaux formés sur les roches métamorphiques couvrant des vastes surfaces sont le plus souvent des sols squelettiques, superficiels, d'une faible valeur agricole et pastorale.

Les différents types de sol de Fort- Dauphin sont au nombre de cinq. Ce sont :

- le sol à hydroxydes et humus bien décomposés,
- le sol halomorphe,
- Le sol hydromorphe,
- Le sol peu évolué,
- Le sol minéral brut.

### **3.3.1. Sol à hydroxydes et humus bien décomposés**

Ce type de sol montre trois sous-classes :

- Sols rouges de décalcification (Pseudo-méditerranéens), sols rouges sableux sur grès calcaire ;
- Sols ferrugineux tropicaux : sols rouges peu humifères ; sols rouges sableux sur néogène continental ;
- Sols ferralitiques :sols ferralitiques typiques (sols rouges de forêt, sols jaunes) ; sols ferralitiques lessivés (sols rouges sur dunes anciennes) ; sols ferralitiques pseudo-concrétions (sols de basse colline).

#### **➤ Caractères de ce type de sol :**

Les sols de cette sous-classe n'ont les mêmes propriétés physico-chimiques. Ils se sont formés aux dépens d'un grès calcaire tendre d'origine dunaire par décalcification et rubéfaction. La fraction sableuse est formée en grande partie de quartz avec un peu de feldspath, de l'ilménite et du grenat. Ces sols se trouvent autour du lac Anony. On y trouve de bush xérophytique naturel à *Alluaidia* qui est remplacé par la culture de sisal. Le pH de ces sols dépend de leur teneur en élément minéral acide ou basique acide ; il y a qui sont voisin de la neutralité d'autres sont légèrement acide. Les teneurs en matière organique sont moyennes (bien humifié). La richesse en azote est assez bonne donc le rapport C/N est normal. La capacité d'échange est moyenne. Les réserves minérales sont bonnes ou moyennes.

### **3.3.2. Sol halomorphe**

Ce sol possède deux sous-classes :

- Sols lagunaires salés ;
- Sols semi-tourbeux salés ;

➤ **Caractères de ce type de sol :**

Ces sols sont constitués d'argiles, de sables grossiers et des sels. On les trouve en arrière des sables littoraux récents. Ils sont couverts d'une végétation particulière à base de graminées, de fougère et de *Typha angustifolia*. Ces sols sont riches en matière organique peu humifiée et constituent une transition vers le sol de marais à tendance tourbeuse. Le pH est moyennement acide. Le taux d'azote est assez élevé d'où le rapport C/N est aussi assez le même. Les réserves minérales sont faibles.

### **3.3.3. Sol hydromorphe**

Le sol hydromorphe possède trois sous-classes à savoir :

- Sols à hydromorphie totale permanente (sols de marais à tendance tourbeuse, sols à humus marécageux sur sable) ;
- Sols à hydromorphie totale temporaire (sols marécageux à tany manga) ;
- Sols faiblement hydromorphes (sols alluviaux tachetés en complexe avec alluvions récentes fines).

➤ **Caractères de ce type de sol :**

On rencontre une accumulation de matière organique dans ces types de sols. Ils sont abondants dans la plaine d'Anosibe, dans le village de Mahialambo et aussi dans toute la zone littorale au nord de Fort-Dauphin. La végétation est marquée par *Ravenala*, *Pandanus*, Cypéracée diverses et de *Népenthes*. Le pH de ces sols varient par exemple sur le sol où il y a de sable le sol est fortement acide. Ils sont riches en matière organique mais l'humification est très faible. Le rapport C/N est élevé.

### **3.3.4. Sol peu évolué**

Le sol peu évolué possède deux sous-classes à savoir :

- Sols d'érosion : (sols subsquelettiques sur gneiss ; sols marneux)
- Sols d'apport : (sols d'humus brut sur sables quartzitiques ; sols d'humus brut sur sable lagunaires ou littoraux ; sables jaunes dunaires plus ou moins décalcifiés ; dunes fixées calcaires ; alluvions récentes fines ou grossiers).
- Sols colluviaux argilo-graveleux.

➤ **Caractères de ce type de sol :**

Ces sols tiennent une grande place dans les surfaces peu accidentées de la région occidentale. Ils sont fréquemment un peu colluvionnés. Pour le sol marneux le matériau originel est constitué de sable argileux et aussi des sels un peu remarqué avec un pH alcalin. Pour le sol d'apport le matériau originel est fait du sable grossier enrichi en oxyde de fer. Ces sols se trouvent sur la surface d'érosion de la basse colline. La végétation est une prairie d'Aristida clairsemé avec d'arbuste. Le pH est très acide ; le rapport C/N est très élevé. Les sols à alluvions récentes se trouvent dans les zones alluviales qui sont la plaine d'Anosibe, la plaine de Manambaro, la plaine de Bakina et d'Iabokoho. On y cultive de la culture vivrière. Le pH est moyennement acide. La teneur en matière organique et en réserve minérale sont moyennement élevés.

### **3.3.5. Sol minéral brut**

Le sol minéral brut possède deux sous-classes à savoir :

- Sols bruts d'érosion : (lithosols sur roches métamorphiques acides ; lithosols sur roches métamorphiques calco-alcalines et carapace calcaire ; lithosols sur grès calcaire ; cuirasse ferrugineuse ; croûte calcaire) ;
- Sols bruts d'apport (sols éoliens dunes récentes plus ou moins actives ; sols colluviaux calcaires) ;
- Il y en a d'autres types qui sont constitués par des associations de ces types de sols qu'on a déjà cités ci-dessus mais d'une importance moins faible par rapport aux autres suscités.

➤ **Caractères de ce type de sol :**

On les trouve dans la partie occidentale c'est-à-dire dans la partie à climat sec à l'Ouest de Ranopiso. L'absence totale de l'humus est le principal caractère de ces sols. L'altération chimique est faible mais la désagrégation physique est prédominante. Les sols bruts d'apports sont constitués en général par des dunes.

Ces caractères des sols que nous avons explicités ci-dessus nous induit à avoir des idées sur l'utilité des caractères physico- chimique du sol sur la germination de chaque type de graine.

### **3.4. Hydrologie**

Dans le versant oriental de l'Anosy se trouve la rivière Manampanihy. À l'Est, de nombreux cours d'eau se jettent dans l'Océan Indien tels que le cours d'eau de Vatomirindry, Bakika et de Vatorendrika. Au Sud, l'Efaho et la Fanjahira, sont les principaux affluents. Les caractéristiques de leur régime sont proches de celles de la Manampanihy.

On peut citer aussi quelques petites rivières telles que l'Anatisoro, l'Anandrano et la Lanirano qui forment ensemble le bassin hydrographique du lac Lanirano. Le lac Mananivo (603 ha) est situé à 7 km à l'est de Mandromodromotra et présente une ouverture permanente de l'estuaire ; Ambavarano ; Anony ; Lanirano ; Besaroy ; Ambinanikely ; Andriambe.

La Menarandra (180 km) prend sa source dans la zone cristalline au Sud d'Isoanala. Cette rivière est à sec 5 mois sur 12. Ses nombreux petits affluents ne coulent que pendant la saison des pluies.

La Manambovo, une petite rivière qui passe à Tsihombe est à sec 9 mois sur 12. Elle a une longueur de 100 km. Le Mandrare (250 km), qui passe à Amboasary, est un des rares fleuves du Sud à être permanent. Il prend sa source dans la montagne de Beampingaratra (1 967 m). Ses nombreux affluents naissent tous dans la zone cristalline haute du Massif de l'Ivakoana et des versants ouest des chaînes anosyennes. Ses principaux affluents sont : l'Andratina, le Tsivory, le Manambolo, la Mananara. C'est la seule rivière utile sur le plan agricole.

Les rivières de la Côte-Est comme Manampanihy, Ebakika, Vatomirindra, Esama,.... Ce sont des rivières inexploitable sur le plan agricole. Ce sont plutôt des obstacles qui entravent considérablement la circulation entre Taolagnaro, Manantenina et Vangaindrano.

Les mares naturelles sont les plus souvent temporaires. Globalement, seul le fleuve Mandrare, par l'intermédiaire de ses affluents, ont une utilité agricole, en saison de pluies

### **3.5. Climat**

Le climat de la région est très varié. Grâce à la traversée du tropique de Capricorne dans la partie Sud de Madagascar, la région d'Anosy qui lui appartient présente les caractéristiques générales du climat tropical perhumide et chaud caractérisé par une forte pluviométrie moyenne de 1 800 mm.

A l'Est, le climat est humide et chaud avec la prédominance du régime d'Alizé avec un vent humide et relativement chaud. Dans les zones à haute Altitude, le climat est humide à perhumide frais. Elle est caractérisée par la présence quasi-permanente de brouillard et de rosée matinale.

Dans la partie Ouest, on constate la présence des pluies rares mais orageuses ; des rosées nocturnes accompagnées par des brouillards matinaux fréquents. Dans la zone de Betroka, le climat est assez frais en été et plus chaud à mesure que l'on approche de l'Ouest.

La température est élevée avec une moyenne annuelle autour de 23 °C et de 24 °C. Le maximum moyen le plus fort se situe au mois de février avec une température de 27 °C à Taolagnaro. Le mois de Juin et de Juillet sont les plus froids, la température étant de 21 °C. La température maximale annuelle peut atteindre 28 °C tandis que la température minimale tourne autour de 17 °C.

Pour de plus amples informations sur la variation de la température pendant 3 ans (2009 à 2011). Voici le tableau qui montre les variations de la température.

*Tableau VI : Variation moyenne de la température mensuelle dans la Région d'Anosy de 2009 à 2011*

Année	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
<b>2009</b>	27,95	27,25	27,00	23,75	23,80	22,35	21,40	20,65	22,00	24,60	23,55	26,65
<b>2010</b>	26,25	27,10	25,85	25,70	23,95	21,6	21,15	21,10	21,80	24,80	26,35	26,80
<b>2011</b>	27,4	25,95	26,70	25,35	24,35	22,05	20,57	21,65	22,30	23,60	26,05	26,50
<b>Moyenne</b>	27,17	26,82	26,41	24,68	23,65	21,73	20,90	21,18	22,26	24,18	25,22	26,87

La pluviométrie varie aussi selon la saison et dépend beaucoup du vent qui souffle et le relief et le paysage de la région. Pour mieux connaître cette variation, on va résumer dans un tableau la pluviométrie moyenne annuelle durant 3 ans.

*Tableau VII : Variation mensuelle de la pluviométrie dans la Région d'Anosy de 2009 à 2011*

Année	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
<b>2009</b>	396	128	524,6	285,8	481,5	143,2	113	192	269	309,8	265,1	372,6
<b>2010</b>	286,8	100,6	735,2	270,8	186,6	276,3	195,8	259	118,8	464,5	109	497,6
<b>2011</b>	373,4	439,8	212,8	822,1	770,1	437,4	166,8	451,4	272	103,5	94,2	251,4

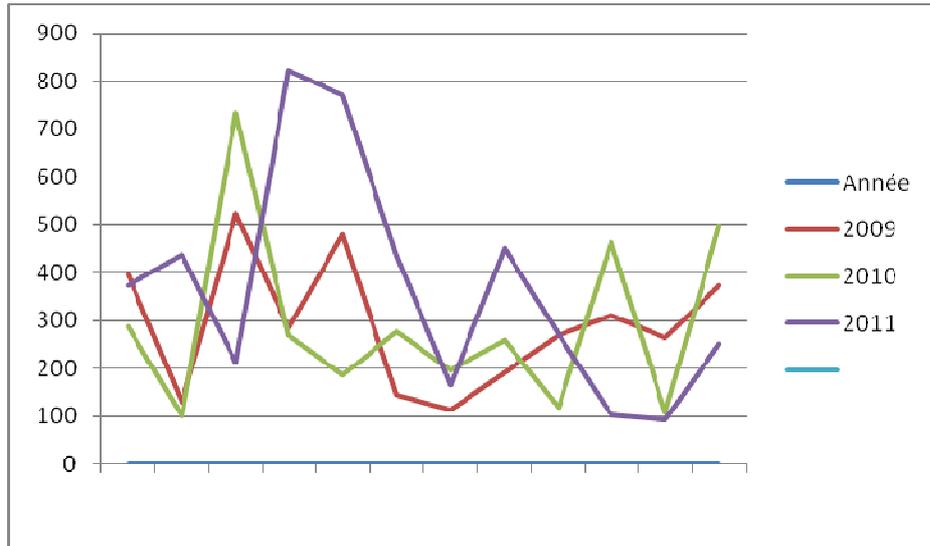


Figure 16 :Variation de la précipitation de 2009 à 2011

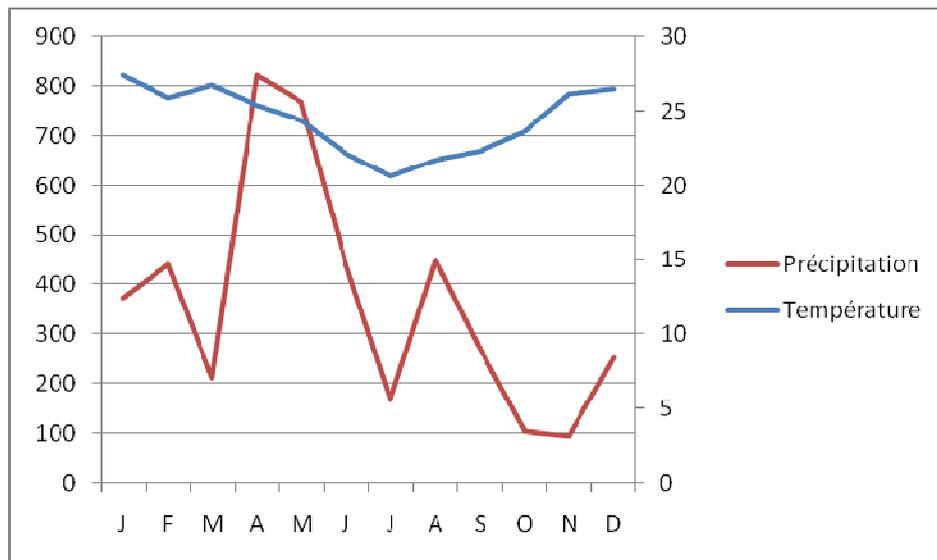


Figure 17 : Diagramme ombrothermique du District de Taolagnaro (P= 4T)

La courbe ombrothermique de ce District montre l’existence de deux saisons bien distinctes : saison chaude et humide et saison froide et sèche, avec la dominance de la saison chaude et humide (7 mois). Le climat est sous contrôle par le traversé du capricorne et de la prédominance du régime Alizé vent chaude et humide venant du Sud-Est d’où l’abondance des précipitations occultes (brouillard et rosée...) durant la saison sèche. La température la plus élevée se situe entre le mois de Janvier : 27,4 °C par contre 20,5 °C est la plus froide qu’on trouve durant le mois de Juillet. La température moyenne tourne autour de 24 °C. La précipitation la plus élevée se trouve durant le mois

d'Avril avec 822 mm tandis que le minima se situe au mois de Novembre avec 94,2mm selon les informations de la météorologie d'Antananarivo. Ces informations nous confirment que le climat de ce district est convenable au projet de notre étude car les Chauves-souris peuvent bien supporter ces températures et ces précipitations.

La ville de Fort-Dauphin, se trouvant à plus de 1 000 km au Sud-est de la Capitale et 650 km de Toliara, est ouverte aux grandes villes par la RN7 et la RN10. Elle se situe à la latitude entre 25° 58' et 23° 74' latitude Sud et de longitude entre 44° 58' et 47° 41' de longitude Est avec une superficie de 5 498 km<sup>2</sup>.

Le District de Fort-Dauphin abrite des Parcs Nationaux, des zones de réserves et de conservations privées ; l'une d'entre eux la zone de conservation de Mandena qui est dirigée par la Qit Madagascar Mineral (QMM). Elle a pour objectif de restaurer la forêt dégradée par l'exploitation minière. C'est un projet durable qui est assuré par la QMM dans la région minière. Cette zone de conservation de Mandena fait partie du SAPM et est située dans la Commune d'Ampasy Nahampoana à 7 km de la ville de Fort-Dauphin. Elle s'étale entre les latitudes 24° 56' 56'' S et les longitudes 46° 58' 35'' E avec une longueur de 6 km de l'Est vers l'Ouest et de 4,5 km du Nord vers les Sud et sa superficie est près de 2 500 ha.

Limite de la Commune d'Ampasy Nahampoana :

- Est : Commune de Ford-Dauphin,
- Nord : Commune de Mandromodromotra,
- Sud : Commune de Soanierana,
- Ouest : Commune de Ifarantsa.

Cette observation se fût sur terrain.

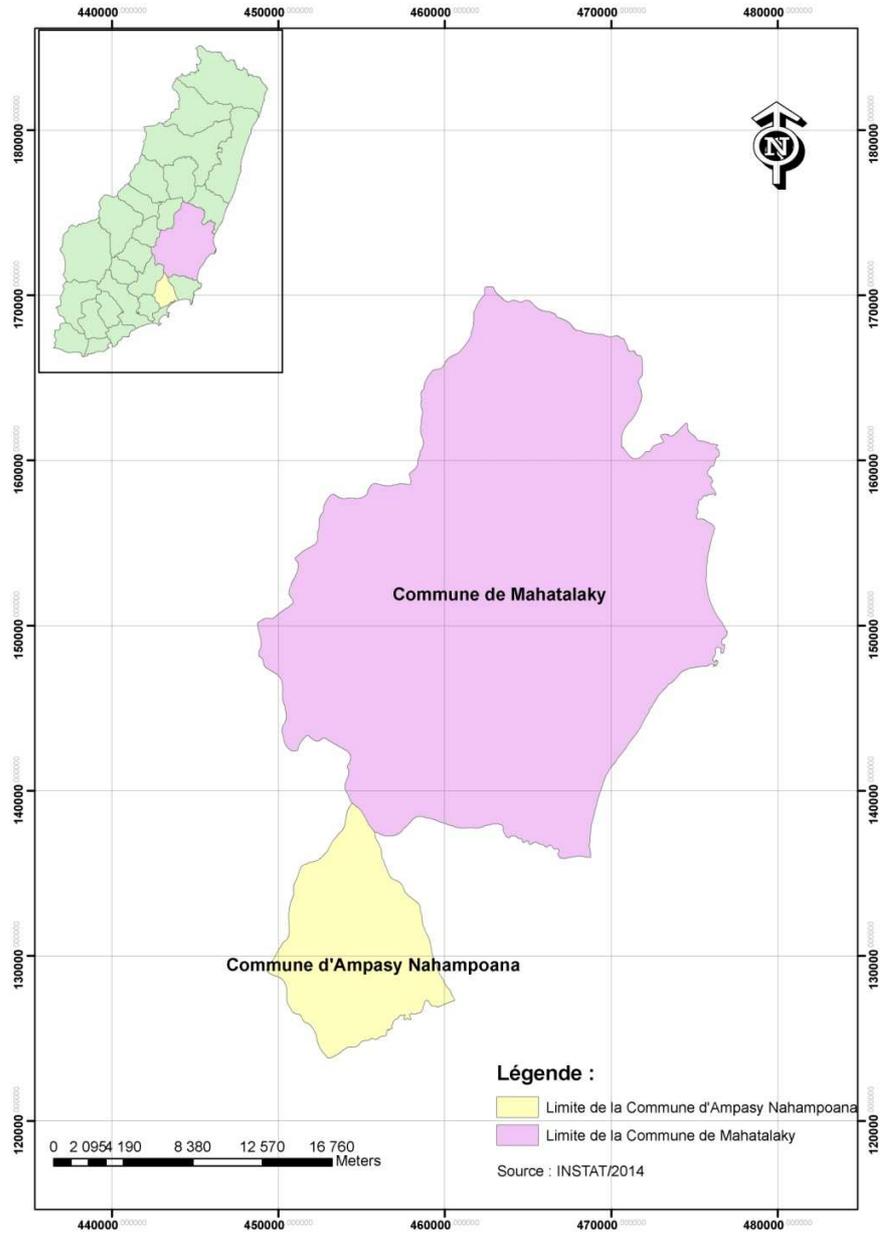


Figure 18 : Localisation des Communes d'Ampasy Nahampoana et de Mahatalaky

Une sorte de pépinière fait partie de cette zone de conservation de Mandena qui joue un rôle primordial et indispensable dans le déroulement de notre expérience.

### **3.6. Milieu biotique**

#### **3.6.1. Flore**

La plupart des espèces végétales endémiques menacées se trouvent dans les Parcs Nationales. En milieu ouvert, dans la formation graminéenne, l'*Aristida similis* est endémique à Madagascar et largement répandue dans les sites dégradés de la partie Est et Sud du pays.

#### ➤ **Milieu naturels :**

#### ❖ **LES ECOSYSTEMES TERRESTRES**

##### **Les forêts humides**

Elle fait partie de la forêt humide du domaine de l'Est de Madagascar, qui s'étend le long de la côte de Madagascar du nord de Sambava à Taolagnaro. Étant donnée sa localité à l'extrême sud Est de Madagascar et sa particularité climatique, cet écosystème de forêts humides est unique et classé parmi les plus importants à Madagascar en terme de diversité biologique et d'endémisme.

##### **Le bush épineux du domaine du Sud**

Cet écosystème est caractérisé par des broussailles caducifoliées ou des fourrés épineux allant de Ranopiso jusqu'aux limites nord et ouest de la préfecture d'Amboasary, à partir du niveau de la mer jusqu'à 800 m d'altitude.

##### **Les milieux ouverts (savanes, *Phillipia*, prairies, et champs agricoles...) et les Savoka**

Les milieux ouverts sont des écosystèmes résultants des actions anthropiques exercées depuis plusieurs décennies sur les formations forestières. En général, sa structure est très simple, limitée à une seule strate.

##### **Les forêts de transition**

C'est un habitat qui a des caractères intermédiaires entre deux écosystèmes : entre littorale et forêt sèche d'une part ou forêt sèche et forêt humide d'autre part. La "transition" entre la forêt humide du domaine de l'est et la forêt sèche du sud est limitée au sud par la forêt d'Ambatorongorongo, à l'est par le Parc National d'Andohahela, incluant la parcelle 3, la zone de Mahamavo, et à l'ouest par le bush épineux d'Amboasary. C'est un habitat relativement important en terme de biodiversité et en terme de fonction écologique (fonction de régulation) en tant que corridor.

*Forêt sèche**Forêt de transition**Forêt humide**Figure 19 : Forêt sèche, forêt de transition et forêt humide**Plante à cadode  
épineuse**Euphorbia plagiantha**Sisal et Alluaudia  
montagniacii**Alluaudia montagniacii**Figure 20 : Bush épineux*

## ❖ LES ECOSYSTEMES DES PARTIES LITTORALES

### Les Forêts littorales

Les forêts littorales sont définies comme des variations édaphiques des forêts denses humides de basse altitude du domaine oriental de Humbert en 1965 [77]. En effet, les caractéristiques physiologiques (canopée moins élevée, abondance d'arbres de diamètre moyen...) et floristiques de cette formation végétale sont étroitement liées au substrat qui est essentiellement du sable. Cette spécificité liée à la nature du substrat se manifeste surtout par une grande richesse en biodiversité floristique et faunique. Les principales forêts littorales résiduelles sont situées dans la zone de Mandena, Petriky Sainte-Luce et, plus au nord, vers Manantenina dans les zones d'Analalava et Marovony.

## Les zones humides

Les zones humides sont composées des marécages et des lagunes. On distingue deux types de marécages ou Horoko :

- Les marécages et forêts marécageuses qui se retrouvent dans les bas-fonds et petites dépressions situées entre les dunes et dans les portions de forêt littorale. On y rencontre les associations végétales *Cyperus prolifer/Pandanus pulcher* avec présence de *Fimbristylis diphylla*, *Pycreus monocephalus* et *Typhonodorum lindleyanum*.
- Les marécages des sols sableux ou tourbeux humides qui se localisent le long des cours d'eau.

On y trouve les associations végétales suivantes :

- *Ravenala madagascariensis*/*Lepiromia mucronata*, Cypéracées  
*Ravenala madagascariensis* est l'espèce dominante des marécages. Les Cypéracées sont surtout représentées par les *Scirpus pterolepis*, *Typhonodorum lindleyanum*/*Ravenala madagascariensis*/*Pandanus platyphyllus*. On note aussi la présence de *Melaleuca quinquenervia* qui est une espèce introduite et qui a tendance à envahir presque toutes les zones marécageuses.

La présence d'*Acrostichum aureum* et de *Bruguiera gymnorhiza* est indicatrice d'un milieu plus salé.



Figure 21 : Les espèces de *Népenthes* dans la forêt marécageuse

(Source : RAMANGANIRINA Marie Isabelle)



*Figure 22 : Les orchidées et la racine échasse, la forêt humide avec quelques reliefs*



*Figure 23 : La forêt dans les zones marécageuses et près de la rivière, la forêt de mousses, les différents types d'espèces végétales dans la forêt humide*

*(Source : RAMANGANIRINA Marie Isabelle)*



*Figure 24 :La forêt littorale*

*(Source : RAMANGANIRINA Marie Isabelle)*

### ❖ LES ECOSYSTEMES MARINS

#### **Les récifs coralliens : état des récifs dans les environs de Sainte Luce**

Dans la région de Sainte Luce, depuis 2001, l'exploitation de la forêt sub-littorale pour l'usage à des fins personnelles a été contrôlée. Ces contrôles existent et sont effectifs aussi en mer.

En 2002, l'IHSM a été chargé d'étudier la biodiversité sous marine dans les zones Evatraha, Lokaroet Sainte Luce. La superficie totale de ces zones est estimée à : 6 000 hectares (ha).

#### **3.6.2. Faune**

Cette région du sud-est de Madagascar héberge une remarquable variété d'habitats naturels pour la faune, depuis la forêt humide sempervirente, jusqu'au bush épineux subaride, en passant par

la forêt littorale, la zone côtière, les hautes montagnes et les eaux douces continentales. C'est la forêt humide de la chaîne des Anosyennes qui abrite la diversité faunistique la plus riche : avec 223 espèces de vertébrés, viennent ensuite la forêt littorale : avec 207 espèces, la forêt sèche : avec 170 espèces, les monts Vohimena : avec 149 espèces (Goodman, 1999)

Parmi les trois districts de la région, c'est aussi la chaîne des Anosyennes qui présente la richesse en espèces endémiques régionales ou locales (13 espèces animales endémiques ont été recensées dans le Parc National Andohahela et 12 espèces animales dans la Station Forestière de Mandena).

La région de l'Anosy héberge 168 espèces de reptiles et amphibiens sur les 500 connues, soit 33 % des espèces connues à Madagascar. Cette faune est composée d'espèces très variées et hétérogènes avec des espèces de forêt littorale, dont certaines tributaires de forêt humide et d'autres limitées au désert épineux du sud.



*Sanzinia madagascariensis*



*Caméléon*



*(Varika mena)*



*Pigeon vert*



*Scolopendre (mille pattes)*



*(Tarondro)*



*Scolopendre (maingoka)*



*Lézard (Gecko)*

*Figure 25 : Les espèces endémiques de la région*

### **3.6.3. Milieu humain**

#### ➤ **Population et démographie :**

La population totale de la région d'Anosy est estimée à 510 000 habitants répartis sur 30 198 km<sup>2</sup>, et est caractérisée par une population relativement jeune et à majorité rurale. Les tendances démographiques actuelles confirment le doublement de population d'ici 2020 avec le taux d'accroissement moyen de 2,9 % par année.[72]

La répartition par classe d'âge et par sexe en milieu rural est dans l'ensemble bien équilibrée. Il en est de même pour celle en milieu urbain, sauf pour Taolagnaro, qui présente un léger excédent (surtout chez les femmes) dans les classes d'âge 10-40 ans, caractéristique du milieu urbain (écoliers, métiers divers).

Les trois grands groupes ethniques caractérisés par leur mode de vie et leurs activités principales sont identifiés dans les trois grands districts. Le milieu physique et l'occupation territoriale ont une grande influence sur la gestion de leur mode de vie :

- les Antanosy (les Antavaratra, les Antambolo, les Antatsimo) Cinq sous-ethnies composent le peuple Antanosy. Il s'agit de Tesaka, Ivondro, Tevatomalama, Terara, Temanalo.
- les Antandroy constituent la quasi-totalité de la population de la zone méridionale. Ils sont organisés en clans familiaux ou lignages classés en trois sous-groupes régionaux (les Reneve et Renivavy, les Tahandrefa, les Tatimo). C'est un peuple migrateur pluri-originel caractérisé par sa forte mobilité. Le zébu a un grand rôle dans leur mode de vie.
- les Bara : leur localité se focalise dans la partie sud des Hautes Terres. Leur ville natale se situe dans le district de Betroka, mais l'expansion s'est faite vers le nord et vers l'ouest, due au mode de vie pastoral d'une part et à l'envahissement des vallées par les autres peuples riziculteurs d'autre part. Les Bara c'est le premier peuple qui se spécialise dans l'élevage mais faute de pâturages, doivent migrer dans d'autres territoires.

L'origine des migrations peuvent être de divers types. Elles dépendent soit de leur durée qui peut être de quelques mois seulement à des dizaines d'années entières, mais en général les migrations ne sont pas définitives soit de leur destination. Les causes sont souvent la transhumance, l'obligation

suite à la sécheresse ou aux criquets migrateurs, les raisons professionnelles, l'insécurité, l'aménagement de nouvelles terres rizicoles, etc...

➤ **Santé :**

La méthode thérapeutique traditionnelle comme la phytothérapie reste toujours la plus utilisée car les infrastructures de santé qui ont été construites dans plusieurs communes de la Région et les efforts de rapprochement du personnel médical de la population et du public de ces centres de soins semblent être insuffisants. Puisque Fort-Dauphin est une grande ville touristique alors il faut être très vigilant aux activités touristiques qui nécessitent de préventions dans le domaine des IST et du SIDA. 80 % de la population locale ne contribue pas à l'accès de l'eau potable donc l'épidémie est encore très répandue.

➤ **Education :**

Malgré l'insuffisance de l'infrastructure et du nombre des enseignants, en 2004, le taux de scolarisation moyen de la région a atteint 76 %. Or l'établissement secondaire n'est pas encore suffisant car pour la commune d'Ampasy Nampoina il n'y a qu'un seul CEG et pas de Lycée. Alors un bon nombre d'élèves qui veulent encore suivre leurs études sont obligés d'aller dans les collèges des autres communes ou directement dans ceux du chef lieu du district afin de jouir leur droit d'acquérir des connaissances académiques. Or, une telle situation comme celle-ci est difficilement soutenable pour la population non privilégiée ; car cette action nécessite une augmentation du budget familial deux ou trois fois plus ce qui ne confère pas à leur ressource monétaire. Par conséquent beaucoup d'élèves sont donc obligés d'abandonner l'école très précoce pour aller travailler ailleurs [30].

➤ **Activités socioculturelles et économiques :**

Dans ce domaine, la région est dotée beaucoup de potentiels : Parmi les activités socio-économiques, l'agriculture est l'une très répandue et dominante par rapport aux autres secteurs car la région de l'Anosy est une région essentiellement agricole. Trois types de culture sont rencontrés dans l'ensemble de la Région :

- Cultures vivrières composées principalement par le riz, manioc et le maïs ;
- Cultures industrielles représentées par la canne à sucre et l'arachide ;
- Cultures de rente essentiellement le café et le sisal.

Concernant la riziculture, elle se pratique en 2 saisons : la saison Tsipala qui est la plus pratiquée et la saison Godra., l'existence de 33 269 ha aménageables pour la riziculture, qui a apporté d'un surplus de 6 000 tonnes de rendements ; pour la culture des sisals qui occupent environ 27 000 ha de superficie cultivée (destinée à l'exportation) est une monoculture. En terme de production, plus de 12 000 tonnes de sisal sont produites chaque année. Des sociétés transforment le sisal brut en ficelles et cordages. Plus de 2 000 tonnes de ficelles et de cordes sont produites annuellement par les sociétés de transformation ; l'exploitation des plantes à huiles essentielles (joujouba) 1 000 ha aménagés pour la culture de *Jatropha* afin de pouvoir produire de biocarburant. La plantation de joujouba a produit, pour l'année 2004, 3 000 litres d'huiles essentielles. Outre le problème de l'eau, l'ensablement des surfaces agricoles est un des problèmes majeurs dans le secteur agricole.



*Figure 26 : Les activités vivrières de la population locale : la riziculture et la pêche*

On ne peut pas négliger aussi le secteur pêche qui est l'un des piliers économique de cette région. La pêche est essentiellement artisanale et maritime et se pratique tout au long du littoral Sud de Lavanono à Manantenina. Les matériels utilisés sont surtout constitués de pirogues traditionnelles avec usage de lignes à hameçon, de pièges avec casiers et nasses, de filets maillants de surface ou de fond. Les plus importantes des produits marines et qui font l'objet d'une exploitation industrielle sont les poissons à haute valeur marchande telle que les crevettes, les Thon, les crabes, les langoustes.

L'existence des parcs nationaux, des sites touristiques et les beaux paysages de la localité est une opportunité pour la région d'attirer l'intention des touristes de visiter cette ville, de laisser ce secteur de s'épanouir et de rehausser la valeur socioculturelle et économique. C'est un patrimoine naturel revêtant un intérêt éco touristique indéniable.

Pour la ressource minière : le district de Fort-Dauphin est une des principales zones de potentialité minière par l'existence de l'exploitation d'Ilménite notamment à Mandena, Petriky, et Sainte Luce, c'est une déforestation minière à une grande échelle qu'on doit y remédier malgré la construction de la zone de conservation de Mandena. En définitive, une convention d'établissement en faveur de Qit Madagascar Minerals Ltd (Qit-FER) constitue à présent le cadre juridique du Projet à mettre en oeuvre. Il s'agit d'extraire, de produire et d'exploiter : comme produit principal : l'ilménite (700 000 tonnes) comme sous-produits : le rutile (35 000 tonnes), le zircon (27 000 tonnes) et la monazite (3 000 tonnes).

Il y a aussi de l'or, de saphir, de béryl, de grenat, d'améthyste, de cristal, de zircon, de mica, de bauxite, et du granite près l'aéroport de Fort-Dauphin. Dans la Zone Manantenina à Iabokoho Bauxite, béryl et autres pierres industrielles, Zone Ambatoabo-Ranopiso Gisement de mica<sup>1</sup>. Parmi les minéraux à usage industriel, on peut citer des minerais d'aluminium qui sont situés dans la région de Manantenina, les réserves en sont estimées à 180 millions de tonnes. Le mica phlogopite remplit des poches dans les pyroxénites du système Androyen. La SODIMA (Société des Mines d'Ampandrandava) du Groupe Akesson en fait une exploitation industrielle et exporte près de 400 tonnes par an vers le Japon et le Brésil. Outre l'exploitation formelle, l'exploitation minière

---

<sup>1</sup> Source : Enquête auprès du Service Energie et Mines Taolagnaro, Novembre 2005

informelle tient une place importante dans ce secteur. La dégradation de forêts, de sols et de l'eau, l'exploitation illicite et le non respect des lois et des codes miniers constituent les problèmes environnementaux majeurs du secteur. Le taux de déforestation entre 1993 et 2000 est de 4,84 %. En outre sur le plan culturel, la forêt joue un rôle fondamental car elle abrite de nombreux lieux sacrés comme les tombeaux, comme le lieu où habitent de nombreuses formes d'esprits anonymes. Ces endroits sont donc devenus des lieux de culte : on y dépose des pièces d'argent pour le «tromba», ou «helo», ou des offrandes pour d'autres raisons. Ils doivent être traités avec respect : on ne doit pas y uriner, ni y déféquer, ni y avoir de relations sexuelles.

Les cérémonies et les coutumes traditionnelles restent encore connues, respectables, praticables et présentent beaucoup d'importance ainsi que plus de pouvoir mais l'application de mœurs sont de plus en plus simplifiées manque de moyens. En effet, elles sont des occasions de dépenses particulièrement en zébus «Enga». Ce sont principalement le «Savatse» ou circoncision, le «Sandratse» ou guérison et les rites funéraires.

Les voies de communications intercommunales ou régionales ne sont pas disponibles toute l'année qu'à 50 % seulement, il y en a 5,65 % qui sont impraticables presque toute l'année. Par conséquent, cet état de la route est un facteur de blocage pour les échanges ainsi que pour le développement des autres parties de la région mais aussi un grand risque d'accident. On peut rencontrer tous les types de transport dans la région d'Anosy.



*Figure 27 : Etat de la route vers la Région Anosy*

*(Source : RAMANGANIRINA Marie Isabelle)*

L'élevage bovin occupe une place importante dans cette Région et se trouve largement répandu. Cette Région se caractérise par sa grande potentialité en matière d'élevage des ruminants notamment le Ovins et Caprins. En outre, le tiers des bovins se trouvent dans l'ex-Province de Toliara. Il s'agit surtout d'un système d'élevage extensif. Les animaux sont laissés en pâturage lequel est généralement pauvre. Pour obtenir des repousses et des herbes plus abondantes en saison des pluies, les éleveurs s'adonnent aux feux de brousse en Octobre-Novembre. Les haies de «raketa» se vendent pour alimentation animale. Les races les plus rencontrées sont les «omby gasy» et «omby baramana».

En ce qui concerne les bovins, les Antandroy sont connus depuis toujours pour leur attachement aux zébus. De même, ils sont très réputés pour l'élevage de dindons. Quant à la place prépondérante prise par les ovins et les caprins, tant au niveau provincial que national, elle peut s'expliquer par la rusticité de ces animaux et leur capacité d'adaptation au milieu semi-aride. Le nombre de bovins est de 16 386 dont 338 se trouvent dans le district de Taolagnaro. L'élevage de vache laitière de race améliorée est quasi-absent<sup>2</sup>.

La Région compte plus de 47 % des volailles. Ce type d'élevage est dominé par l'élevage aviaire. L'élevage aviaire se pratique de façon extensive par presque tous les ménages agricoles. Cette région est aussi le premier producteur de volailles. L'élevage des dindons est très courant.

L'élevage porcin n'est pas très développé dans la Région pour des raisons culturelles et climatiques. Il est localisé principalement dans quelques Communes de la Sous-préfecture de Tolagnaro.

Les autres élevages sont constitués principalement par l'apiculture et la sériciculture. Ces types d'élevages caractérisent la région mais leur importance en termes de production est moindre.

➤ **ONG et associations œuvrant dans le District de Taolagnaro :**

- FAFAFI SPTO (Fanentanana momba ny Fambolena sy Fiompiana ao amin'ny Synodam-paritany Taolagnaro) est une ONG dépendant de la FLM ou Eglise Luthérienne Malagasy) et AAA (Action Agro-Allemande)

---

<sup>2</sup> Source : Enquête Agricole de base, Campagne de 1998-1999, DPEE, Mars 1999

- Care International,
- WWF,
- VSF (Vétérinaires Sans Frontières),
- TARATRA.



Partie II :

**Matériels et Méthodes**

## **Partie II :**

### **Matériels et méthodes**

---

L'étude a été menée pour clarifier le rôle de la plus grande chauve-souris frugivore de Madagascar *Pteropus rufus* dans la régénération de forêt tropicale. Cette étude a pour objectif de tester le succès de la germination des graines issues des chauves-souris. Pour élucider notre étude, on a semé ces graines issues des chauves-souris dans différents substrats, dans un seul type de sol posé l'influence du degré de la luminosité.

#### ➤ **Objectifs :**

- Déterminer quel type de graines a un taux de germination plus élevé sur le papier filtre parmi les graines naturelles, les graines issues des matières fécales et de la régurgitation ;
- Montrer l'importance et l'efficacité des graines issues de matières fécales et de la régurgitation de la Chauve-souris sur la régénération de la forêt ;
- Identifier quel type de graines présente un taux de germination efficace sur les trois types de sol (sol sableux, sol ferrallitique, sol argileux) ;
- Faire une étude comparative de la germination des différents types de graines sous l'influence de l'intensité de la lumière ;
- Expliquer la façon dont la chauve-souris emprunte pour montrer sa capacité de disperser les graines.

### **1. Etudes bibliographiques**

Ce travail tient à dégager les interactions qui existent entre les Chauve-souris, le Ficus et le sol d'où il est indispensable de chercher et de consulter des différents types de documents. Pour obtenir des informations et des renseignements fiables sur le thème étudié et sur la zone d'étude, on doit commencer toujours par la recherche bibliographique. C'est l'une des bases de ce recherche qui sert à nous offrir et à diriger notre travail dans la meilleure condition afin d'atteindre notre objectif. Dès lors, on a constaté quelques ouvrages qui mettent en exergue. Les interactions entre la flore et les propriétés physico-chimiques des sols, comme ceux de BACHELIER G. en 1963 et 1978 [9], GOBAT JM et al. en 2003 [52] et PONGE JF en 2003 [52]. Mais des ouvrages qui se sont focalisés sur la partie de ce mémoire fournissent de bonne information tant sur la pédologie de cette

région comme ceux de BIED CHARRETON et al. en 1981 [14] et de JOO’J. en 1965 [74], que sur la Biologie des sols par RABEMANANTSOA JD en 2010 [111], MATHIEU J. en 2004 [92], NADAMA en 2006 [101]... Parmi les documents concernant l’étude des Megachiroptères, la méthode utilisée par Foster en 1982 sur la phénologie des plantes autour des gîtes a permis de déterminer les ressources utiles. Pour le Chiroptère on a consulté l’Encyclopédie universelle des animaux par Zangle-Zygène. Les méthodes et stratégies nécessaires pour la réalisation pratique des travaux sur terrain ont été tirées de ces différents ouvrages pour que les résultats soient fiables.

La consultation des différents ouvrages a été effectuée auprès des centres de documentation comme la Bibliothèque de l’Université d’Antananarivo, celle de Géologie de la Faculté des Sciences Antananarivo, du Parc Botanique et Zoologique de Tsimbazaza, de l’Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, du Centre d’Information Technique et Economique (CITE), du Madagascar NationalParks Antananarivo, de l’Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Missouri Botanique Garden et surtout auprès du Centre de Documentation et d’Information de l’Ecole Normale Supérieure. Concernant la recherche des documents sur Internet, plusieurs mots-clés ont été utilisés comme : Pédologie, sol, Biologie de ficus, Pédobiologie, Interaction entre le sol et la végétation etc. et divers sites Web sont visités dont :<http://agroecologie.cirad.fr>, <http://www.mabiodiv.cnrs>, <http://www.researcherid.com>, <http://www.larousse.fr/encyclopedie/image> Office National des Forêts (ONF), page «chauves-souris» : <http://www.onf.fr/FORET/faune/chauves-souris/index.htm>, figurent parmi les plus utilisés.

## **2. Etudes sur terrain**

L’étude a eu lieu entre 27 juillet et 27 octobre 2011 dans la zone de conservation de Mandena, situé proche de Taolagnaro à 7 km, dans la commune d’Ampasy Nampoina (Fort Dauphin) dans la Région d’Anosy (24° 57’0" S, 46° 59’0" E). Mandena fait maintenant partie du réseau national de Madagascar de régions protégées (SAPM) et est dirigé par les QIT Madagascar Minéraux (QMM) lequel ont établi un projet durable sur la restauration de forêt dans la région minière.

### **2.1. Enquête sur l’habitat des Chiroptères et choix du milieu d’études**

D’après des différentes études comme celles de Long et Racey en 2007, Bollen et Van Elsacker en 2002, il y avait 110 espèces de la flore qui ont été identifiées dans l’alimentation de

*Pteropus rufus* à Madagascar, y compris 59 (55 %) espèces endémiques (Long et Racey, 2007 ; Bollen et Van Elsacker, 2002). Cela suggère que le *P. rufus* a une alimentation très diverse qui lui a permis d'adapter à la région d'Anosy avec une gamme différenciée de végétation, par exemple forêt sèche à feuillage caduque dans le sud [86], forêt littorale sur la côte [15] [16] et forêt tropicale de plaine dans le Nord-Est [89]. D'où avec le climat et la température nécessaires pour leur développement et les différents types de forêts qui existent dans cette région, la région d'Anosy répond bien aux exigences de notre étude car on y trouve les divers types d'alimentation et les conditions de vie sont presque remplies.

Malgré l'aide de QMM, il était très difficile pour nous de focaliser le perchoir de ces animaux parce que ces petits mammifères avaient besoin de calme et de tranquillité, ils vivent alors loin de toute sorte de bruits en fuyant l'action anthropologique. Or les hommes en vu de la difficulté d'assurer son pain quotidien viennent les perturber en les chassant, en détruisant la forêt qui est son propre habitat (son niche écologique). Nous avons fait alors des enquêtes, pour assurer que les habitats que QMM nous a donnés ne sont pas encore abandonnés. Malgré tout nous visitons tous les lieux même si on a marché à pied pendant une journée pour trouver le dortoir exemple le site d'Ivolo qui se trouve à 30km de Mandena, le perchoir d'Enato qui est déjà abandonné. Rechercher des gîtes est une méthode d'étude simple mais nécessite beaucoup de longues marches, beaucoup d'attention et de vigilance ainsi que de savoir s'entretenir et de se collaborer avec les gens du village. Il peut s'agir de prospecter un lieu déjà connu ou d'en rechercher de nouveaux. La méthode que nous avons utilisé pour confirmer que les Chauves-souris passent dans un lieu qu'on nous a indiqué est un des gîtes c'est de chercher aux alentours s'il y avait des pelotes ou de fèces ou des restes de fleurs avec ses grains de pollen consommés ou des restes des graines naturelles. D'une année sur l'autre, les chauves-souris y restent relativement fidèles. Le repérage de gîtes s'effectue de jour, au cours de l'été et de l'hiver. Il y en a de même pour le repérage de «l'arbre-gîte». Mais pour confirmer l'espèce du ficus qu'on a récolté, on les a identifiés auprès des spécialistes en botanique au sein du service de QMM occupant la classification et l'identification des espèces recherchées.

Enfin de notre recherche parmi les sept sites visités, nous avons choisis deux habitats pour notre étude (celui d'Amborabao et celui d'Ivolo). Quand les Chauves-souris fuient ils se réfugient dans un milieu plus calme comme le tombeau qui est un lieu sacré pour la population locale, il est très difficile de franchir ce territoire alors il faut se collaborer avec les autorités du village et les

Raimandreny qui tiennent les traditions et les cultures. Les étrangers ne peuvent pas entrer dans le milieu où se trouve des tombeaux sans avoir fait toutes les mœurs et coutumes qu'il fallait faire.

Ivolo sert pour collecter des graines seulement et le reste du projet d'étude se passe à Amborabao et à Mandena.



*Figure 28 : Le site d'étude de Mandena avec la pépinière*

## **2.2. Collection des graines**

Entre 23 Juillet 2011 et 23Août 2011 : matière fécale, pelote (produit de la régurgitation) et fruits mûrs naturels ont été rassemblés du site de perchoir à Amborabao (24° 49'86 "S, 47° 01'87 "E)

et aussi aux arbres de l'alimentation environnants. Trois sacs en plastiques semi-perméables (3 x 5 m, 3 x 5 m et 3 x 10 m) ont été placés dans la forêt de perchoir sous les arbres qui sont occupés le plus souvent par les chauves-souris.



*Figure 29 : Sac en plastique pour recueillir les graines issues du dortoir*



*Figure 30 : Matière fécale recueillie sur le sac en plastique*

Les graines ont été rassemblées journalièrement, séchées dans une place sombre et gardées en papier enveloppe pour prévenir toute germination primordiale. Ensuite on avait aussi visité un autre site à Ivolo (24° 55'47 "S ; 46° 55'22 "E) où les gens locaux ont accepté de rassembler des graines pendant le mois d'août. On a pris les grains de cette localité au début du mois de septembre. Des graines ont aussi été rassemblées d'au moins cinq arbres de l'alimentation autour de Mandena avec des fruits frais.

Toutes les graines rassemblées ont été identifiées comme *Ficus polita* (ordre Rosales, famille *Moraceae*). Cette identification est faite par les chercheurs scientifiques et spécialisés pour l'étude botanique du QMM. Actuellement, ils trouvent de nouvelles espèces de *Fucus* dans la partie Sud de Madagascar et l'un parmi eux est le *Fucus polita* qui n'existe pas dans cette région ultérieurement. Ceci nous prouve l'action disperseur de a chauve-souris à Madagascar.



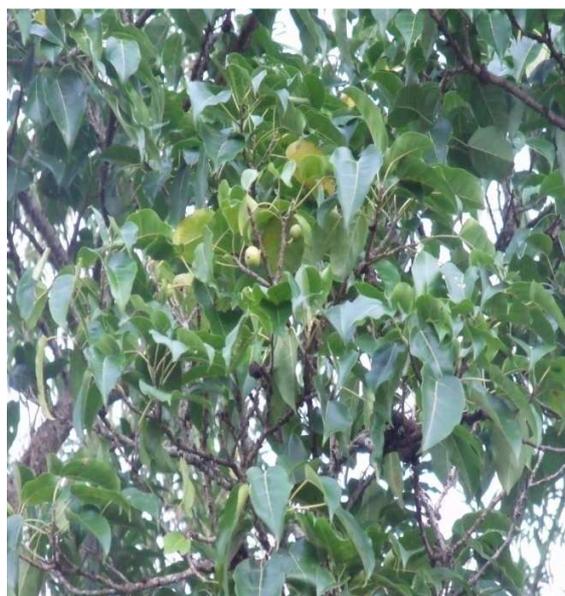
*Figure 31 : Les graines naturelles, les pelotes et les fèces éparpillées dans le milieu naturel*

*(Source : RAMANGANIRINA Marie Isabelle)*



*Figure 32 : Mode de séchage des graines*

Toutes ces graines comme nous les avons vu sont toutes des graines issues de la plante de Ficus.



*Figure 33 :En haut, Le Ficus polita dont les racines aériennes se croissent et s'organisent avec l'arbre hôte ; en bas, la façon dont les fruits sont attachés aux branches*

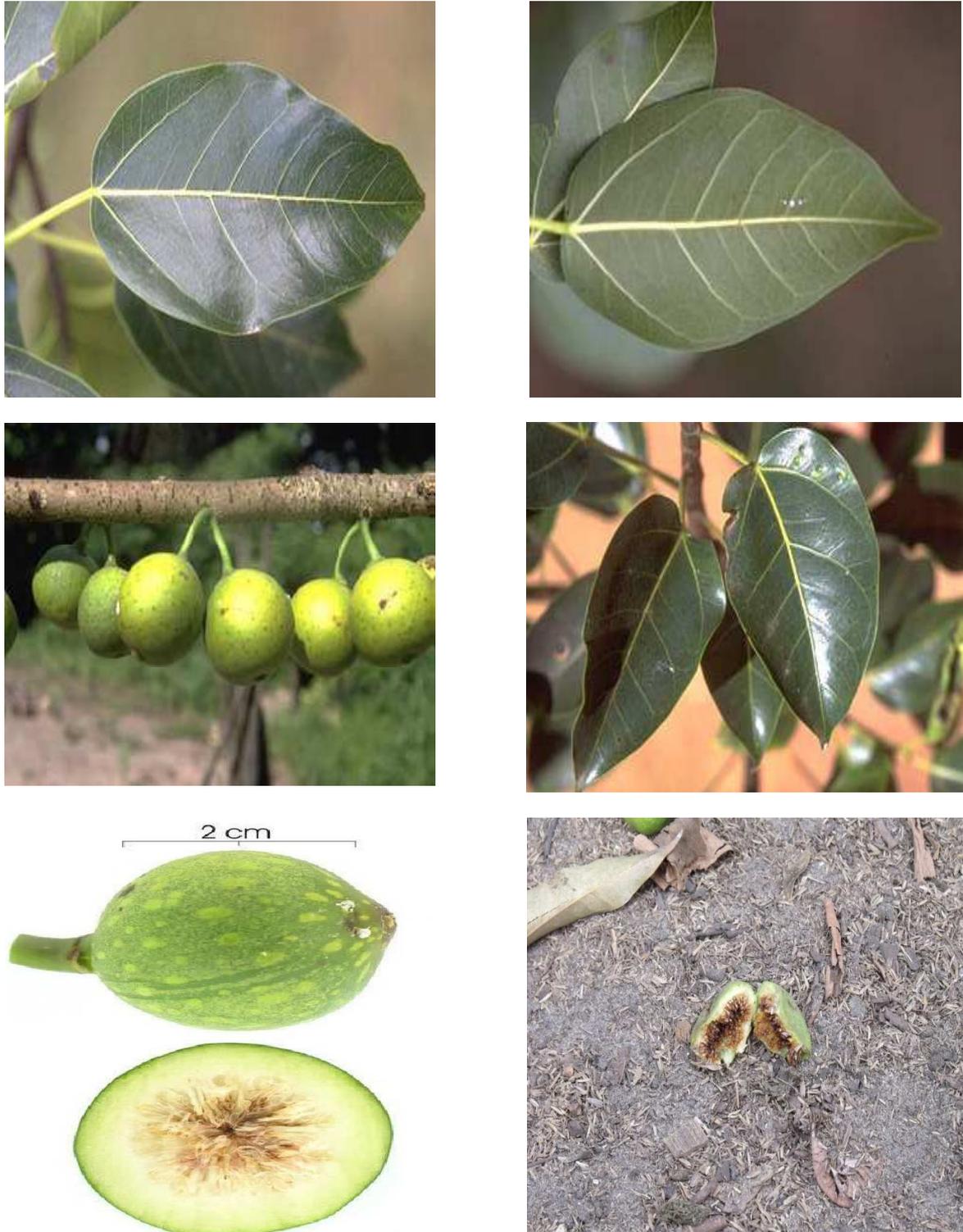


Figure 34 :Caractéristiques des feuilles et des fruits matures du *Ficus polita*

*Ficus polita* est une espèce commune trouvée dans la forêt tropicale de plaine et forêt de galerie de l'Afrique et de Madagascar, jusqu'à 1 200 m d'altitude. C'est un arbre étrangleur [4] et il commence habituellement sa germination entre les branches d'autres arbres. A Madagascar il est fécondé par *Courtellabekiliensis bekiliensis* (Ordre : *Hymenoptera*, Famille : *Agaonida*). Les espèces *Ficus* sont considérées comme l'espèce clé dans beaucoup d'habitats de forêt tropicale. Ils fournissent des fruits asynchrones, pendant l'année [26]. Nous avons déjà mentionné dans la généralité tous les caractères communs de ces types de *Ficus* mais en comparant les séries de figures nous pouvons en tirer leur différence : sur la forme de ces feuilles, la façon dont les fruits s'attachent aux tiges, la taille de ces fruits, leur physiologie ; tous sont montrés sur les Figures n° 33, 34, 35 et 36.



Figure 35 : *Ficus lutéa* avec ses fruits et ses feuilles



Figure 36 : *Fucus reflexa* avec ses fruits

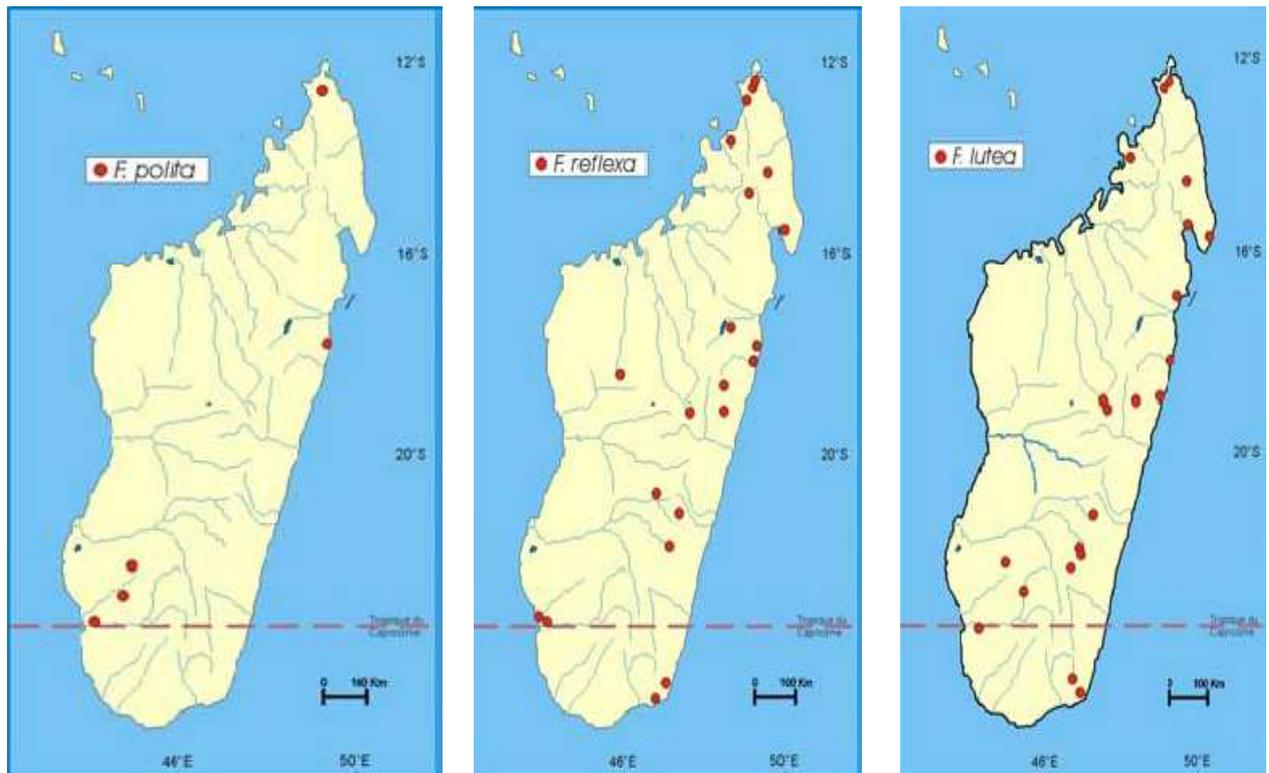


Figure 37 : Répartition des trois types de *Fucus* vus à Fort-Dauphin durant la période de l'étude et à Madagascar [118]

D'après ces cartes nous avons vu que ces trois types de *Fucus* se focalisent principalement sur la partie littorale Est et dans la partie Nord de l'île et quelque fois sur la partie centrale mais en faible quantité.

Pour le *Fucus polita* nous remarquons bien qu'il se trouve en quantité mineur presque dans toute l'île. On signale l'absence de ces *Fucus* dans la partie Ouest et Sud-ouest de l'île ultérieurement mais quand les botanistes du QMM suivent leurs recherches et faisant le renouvellement du recensement des plantes deux fois par an. Ils ont eu beaucoup de retrouvailles.

## **2.3. Stérilisation des trois types de sol**

### **2.3.1. Types de sol utilisé**

Nous avons fait l'étude sur les trois types de sols suivants :

#### **➤ Sol argileux :**

La formation du sol argileux est le résultat tardif qui fait suite à un certain nombre d'altérations physiques, chimiques et biologiques qui affectent les roches massives jusqu'à l'obtention d'un complexe d'altération

La désagrégation des roches se fait généralement à la suite de processus érosifs (eau de ruissellement, cours d'eau, glaciers, vagues, vents, etc.), de processus thermiques (alternance de températures élevées et basses, alternance du gel et du dégel, alternance de processus d'hydratation et de dessiccation, etc.) et de divers processus biologiques (racines, animaux fouisseurs, métabolisme des pédoflores et pédofaunes des sols, etc.) Tous ces processus sont favorisés, au moins dans les parties hautes ou superficielles des massifs rocheux.

Le complexe d'altération dans le sol est généralement constitué de carbonates et bicarbonates de calcium, magnésium, sodium, potassium, de silice, de gels colloïdaux (hydroxydes de fer et d'aluminium) associés ou non aux acides organiques du sol et des argiles. L'obtention de ces composés dans le complexe d'altération résulte de plusieurs processus chimiques.

#### **➤ Sol sableux :**

Le sol sableux provient de la désagrégation des roches, les éléments sableux du sol peuvent être siliceux, silicatés ou calcaires :

- Les éléments siliceux sont essentiellement constitués de grains de quartz provenant de la désagrégation des grès ou des roches cristallines. Le quartz est pratiquement inaltérable chimiquement. Il ne peut donc pas participer, de quelque manière que ce soit, à la nutrition des plantes. Les sols siliceux seront généralement pauvres. Leur fertilité est acquise, secondairement, par enrichissement en matières organiques. Cette fertilité peut être remarquable dès lors qu'une forte activité biologique est rendue possible dans ces sols.

- Les éléments silicatés sont formés de grains de mica, de feldspath, d'amphiboles, de pyroxènes et autres minéraux provenant des roches granitiques, des micaschistes, des laves, des gneiss, etc. Ces éléments, bien que leur altération soit lente, contribuent de façon constante à l'alimentation des plantes. Les sols silicatés peuvent être considérés comme inépuisables. Toutefois, leur fertilité et leur capacité à fournir des bases échangeables sont plus importantes quand les matériaux qui les composent sont plus fins.
- Les éléments calcaires sont liés à la présence de carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ) dans le sol. Tous les sols contiennent du calcium, quelquefois en très faible quantité. Naturellement, les sols constitués sur des roches non calcaires seront moins riches en calcium que des sols constitués sur des roches calcaires. Le calcium se retrouve fixé sur les colloïdes argileux.

Les propriétés des éléments sableux dans les sols dépendent de leur granulométrie. Les éléments sableux dans le sol regroupent les éléments volumineux (cailloux > 20 mm et graviers > 2 mm), les éléments moyens (sables grossiers > 200 micromètres) et les éléments fins (sables fins > 20 micromètres et limons > 2 micromètres).

Les éléments grossiers (cailloux et graviers) réduisent le plus souvent les capacités nutritives des sols en réduisant la proportion de terre fine favorable au développement des racines.

Les sables grossiers (éléments moyens) favorisent la percolation dans le sol (sols perméables et filtrants). Ils permettent un meilleur échange de chaleur entre l'atmosphère et le sol qui se réchauffe plus vite et plus durablement. Ils forment des sols dits légers, c'est-à-dire peu mottés, se travaillant facilement, plus faciles d'accès aux racines, mais aussi plus sensibles à l'érosion hydrique.

Les sables fins et les limons (éléments fins) rendent les sols battants et asphyxiants quand ses éléments se tassent sous l'action mécanique des pluies. On dit qu'un sol est asphyxiant quand il s'oppose à l'infiltration de l'eau en profondeur. Lorsque les éléments fins sont calcaires, ils rendent les sols très collants.

#### ➤ **Sol ferralitique :**

L'étude scientifique des sols ferralitiques commence bien avant celle des autres sols du monde, puisqu'en 1807, MAIGNIEN [90] découvre, dans le Sud de l'Inde, un matériau qu'il nommera latérite. Il n'est pas dans mon propos de refaire ici l'histoire de la connaissance de ces sols

qui a été déjà retracée de manière précise par d'autres comme MAIGNIEN, 1966 [90] ; VINE, 1966 [114] ; CHATEUN1972 et 1974. [22]

La formation du sol ferrallitique se repose sur les deux conditions suivantes : ils se situent surtout dans les régions chaudes et humides du globe ainsi que dans une zone concernée par l'expression des Tropiques Humides ce qui correspond à une altération poussée des minéraux de roches sous l'interaction des climats, des végétations (phytogéographiques) et des actions anthropologiques

Les sols ferrallitiques proviennent de la destruction quasi complète des minéraux altérables des roches avec libération à l'état ionique des métaux alcalins et alcalinoterreux, de l'aluminium, du fer et de divers autres éléments présents dans les roches. La silice passe en solution à l'état d'acide silicique monomère.

Ce sont des sols argileux riches en fer et en aluminium sous forme hydratée qui se développent normalement sous forêt en climat chaud et humide, à partir de roches différentes (granite, gneiss, micaschistes, basalte, grès, alluvions anciennes,...) engendrant ainsi divers types de sols. Ces sols ferrallitiques sont généralement acides avec des degrés de fertilité variables, mais dénudés, ils sont très sensibles à l'érosion et à la dégradation. Protégés de l'érosion et mis en valeur par l'apport de fumier, d'engrais ou d'amendement, ils peuvent être favorables à certaines cultures qui sont variables selon les régions (maïs, arachide, manioc, canne à sucre, bananier.

Le travail de prospection des pédologues en Europe, en Afrique, en Asie, en Amérique du Sud, dans la zone caraïbe contribue à la connaissance des sols et se poursuit encore à l'heure actuelle pour effectuer des travaux de corrélation et de synthèse sur le systématique du sol. C'est qui a permis de reconnaître les principales catégories de sols et leur répartition.

Les sols ferrallitiques peuvent être quasi dépourvus des cations alcalins comme sodium et potassium et alcalinoterreux comme calcium et magnésium car ils sont complètement éliminés (90 % d'après SIGHINOLFI et al. 1973 [131]) ; mais ils peuvent, dans certaines conditions, en conserver jusqu'à 12 ou 15 méq/100 g. La silice peut être complètement éliminée ou servir à la synthèse du kaolin. La silice réagit rapidement avec l'aluminium qui est éliminé partiellement et se précipite sous forme de kaolinite ; la kaolinite est relativement stable dans les sols ferrallitiques dont elle constitue le minéral caractéristique. Un certain nombre d'éléments beaucoup moins abondants, comme le cuivre, le baryum, le strontium, sont en majeure partie éliminés. Par contre, d'autres, comme le titane, le

zirconium, le chrome sont conservés presque intégralement. Il y a des éléments comme le fer, le manganèse, ainsi que le vanadium ou le molybdène, sont influencés par la réaction d'oxydoréduction du milieu et peuvent subir un sort variable. Si le milieu est fortement oxydant, le fer s'accumule surtout sous forme d'oxyde (hématite) ou d'hydroxyde (goethite). Ces formes ferriques contribuent fortement à la coloration rouge des sols. Si le milieu est réducteur, le fer peut être éliminé presque totalement ou partiellement d'après BAGNOU et GAUSSENNE. [10]

Le sol ferrallitique est très répandu dans le monde comme en Asie, en Amérique, en Afrique et en Europe. Mais à Madagascar, la zone des sols ferrallitiques est nettement plus importante que celle envisagée par KÜCHLE R et GARNIER [81]. L'altération, dans les sols ferrallitiques, a été longuement traitée par CHATEUN, 1974 [22]. Il est indispensable de signaler que l'altération est fondamentale dans la formation de cette catégorie de sols.

### **2.3.2. Moyen de stérilisation des sols**

On a stérilisé les autres graines pour mieux pouvoir montrer l'efficacité des graines issues des chauves-souris, pour pouvoir aussi dégager l'idée d'avoir un rendement plus élevé on a essayé de stériliser le sol pour tuer tous les ennemis de la germination au sein du sol. Pour cela, on fait cuire le sol dans une marmite par le feu de bois pendant 1 h en le mélangeant sans cesse. Après on le laisse se refroidir puis on l'a pilé et l'a filtré par un tamis de 5 mm avant de les mettre dans la boîte de pétri.



*Figure 38 : Stérilisation du sol*

Pour que le sol n'affecte pas les graines et pour tuer les ennemis de la germination, la stérilisation du sol ne suffit pas mais il est aussi indispensable de stériliser les graines.

### **2.3.2. Moyen de stérilisation des graines**

Pour les trois types de graines (graines naturelles, graines de la fèces et les pelotes), on a aussi traité ces graines par l'éthanol à 10 %. C'est-à-dire on a dilué l'éthanol à 10 % puis on laisse tremper les graines dans un verre pendant quelques instants (environ 5 minutes).

## **2.4. Expérience de la germination**

Entre 10 septembre 2011 et 26 octobre 2011 trois expériences ont été faites pour enquêter sur le succès de la germination de graines issues de la chauve-souris (matières fécales et pelotes) par rapport aux graines naturelles qui sont toutes divisées en deux groupes l'un traité et l'autre non traité sur les différents substrats, ensuite l'expérience faite sous l'intensité de la luminosité sur le sol sableux seulement de la pépinière de Mandena et enfin la dispersion des graines.

### **2.4.1. Premier lot d'expérience exercé : les trois types de graines sur les différents substrats**

On a trois types de graines dans ce premier lot qui sont :

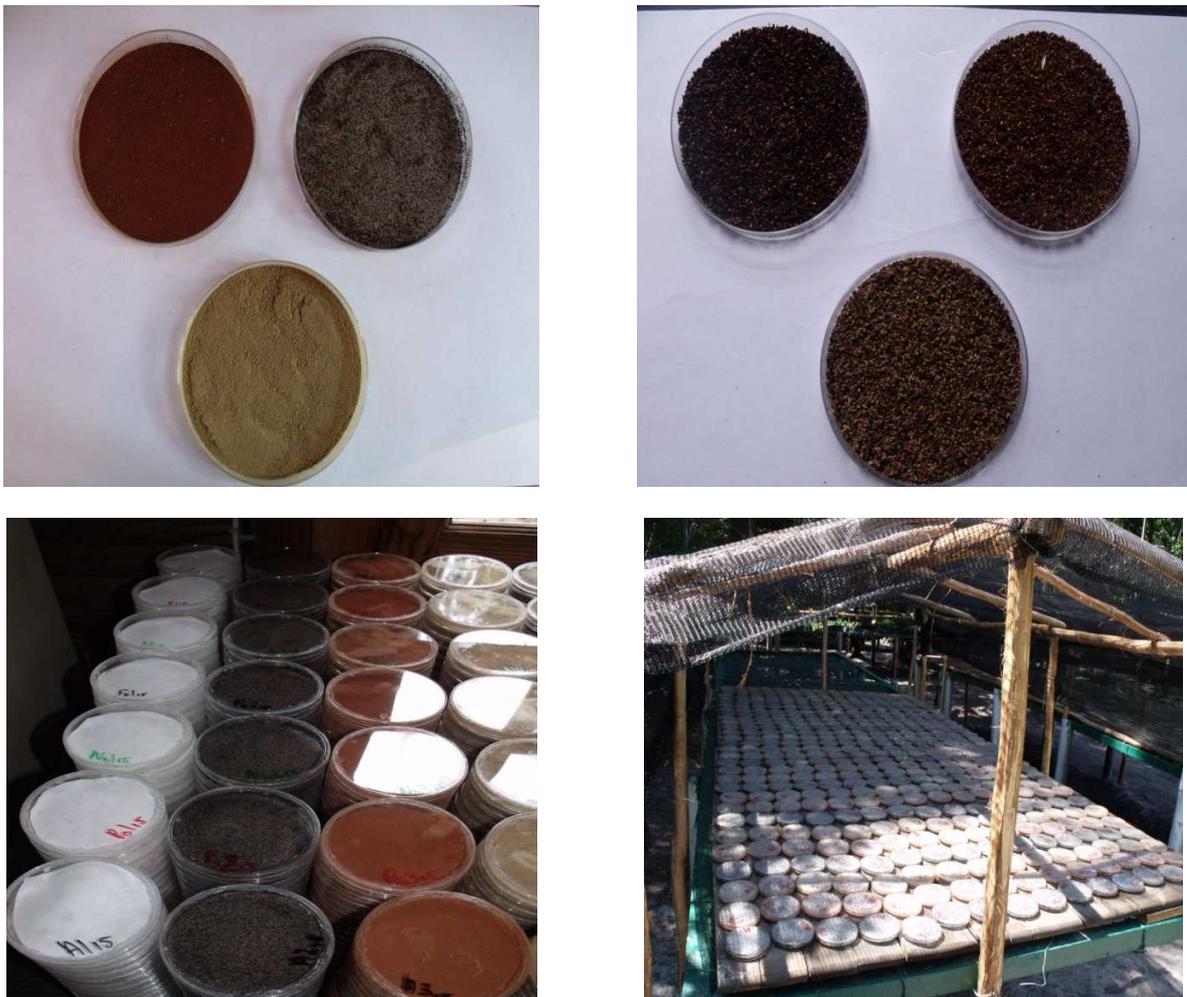
- Les graines naturelles qui subissent la stérilisation et celles qui ne sont pas traitées par l'éthanol 10 % ;
- Les graines issues des matières fécales des chauves-souris, dans ce cas, on a aussi deux types de graines : celles qui sont stérilisées et les autres qui ne sont pas traitées par l'éthanol ;
- Les pelotes aussi, il y en a qui sont stérilisées et d'autres qui ne sont pas traitées par l'éthanol. Toutes ces graines sont semées dans des boîtes de pétri (91 mm) tels que les uns contiennent des papiers filtres 100 mm et les autres sont remplis par 15 g de chaque type de sol. Ensuite, on a ajouté 3 ml d'eau stérilisée dans chaque boîte de pétri.

Toutes ces graines sont semées sur papier filtre 100 mm et qui sont été humidifiées avec 3 ml d'eau stérilisée dans une boîte de pétrie (91 mm) puis dans 15 g de sol sableux, ferrallitique, argileux stérilisés et non stérilisés.

Chaque boîte de pétrie a été scellée avec de la vaseline claire et contenait 20 graines. Chaque traitement a été reproduit 15 fois. Au total 630 boîtes de pétries ont été placées sur une table d'expérience dans la pépinière de Mandena (l=150 cm, H=100 cm, L=400 cm) avec un toit fait de

maille en plastique pour éviter l'émission directe du rayon solaire sur les graines et les protéger aussi contre les prédateurs. On a recueillis au total 12 600 graines qui sont réparties en trois pour chaque type de grainedans ce cas on a 4 200 graines ensuite pour chaque type de substrat on a semé 1 050 graines et ce lot de graines est ensuite divisé en deux groupes : traitées et non traitées ce qui nous donne 525 graines pour chaque groupe.

Les graines ont été prises au hasard après triage avant le semis. La première vérification se passait après 5 jours de la semence et ensuite ellesont vérifiées de façon continue chaque deux jour.



*Figure 39 : En haut à gauche les différents types de sol, en haut à droite les trois types de graines ; en bas à gauche les boîtes de pétri codées et en bas à droite la table d'expérience*

Les graines ont été codées comme suit : F - graines d'échantillons de la matière fécale, P - graines de crachat ou de la régurgitation, N - graines naturelles ; et Fs, Ps et Ns sont les codes des échantillons stérilisés dans la solution d'éthanol à 10 %. Pour les sols, ils sont codés avec les nombres

suivants : 1 – papier du filtre, 2 – sol sableux traité, 3 – sol ferrallitique traité, 4 – sol argileux traité, 5 – sol sableux non traité, 6 – sol ferrallitique non traité, 7 – sol argileux non traité. Par exemple Fs1 représente les graines stérilisées issues de la matière fécale des chauves-souris semées sur le papierfiltre.

#### **2.4.2. Deuxième lot d'expérience : les trois type de graines sous les différents degrés de l'intensité de l'ombre**

On n'a utilisé que le sol sableux. Les graines sont toutes non stérilisées : graines naturelles, graines issues des matières fécales ; graines issues de la régurgitation. Ces graines sont semées dans des sacs en plastiques (10 x 15 cm). Chaque sac en plastique contient 20 graines. Ensuite, ils sont placés sous différents degrés d'intensité d'ombre : en plein soleil, en place semi-ombrophile sur le bord de la forêt et enfin sous l'ombre à l'intérieur d'une forêt épaisse. Chaque traitement a été reproduit 15 fois. Les graines ont été arrosées deux fois par jour : le matin et l'après-midi. Elles sont vérifiées en premier lieu après cinq jours de semi et chaque deux jours. On a utilisé 105 sacs en plastiques.

Les graines sont codés comme suit : sl : soleil, so : semi-ombrophile et st : sous l'ombre totale. Par exemple le so Fécal (Fso) fait référence à graines prises de la matière fécale des chauves-souris et sont semées dans la condition semi-ombrophile.



*Figure 40 : Échantillons de graines issues des matières fécales semés dans des sacs en plastique et mis en conditions ombragées*

### **2.4. 3. Dispersion de la graine**

Pour observer la capacité de chauves-souris de disperser les graines, on a utilisé un semi-toile en plastique perméable (3x5m) qui a été placé sous un arbre de l'alimentation de chauves-souris dans le village d'Anadrano (24° 56'75'' S ; 46° 59' 33'' E). On a collecté les graines quotidiennement entre 24 août et 30 août 2011 de 19 h 00 à 23 h 00 ce sont les heures qui coïncident avec l'activité maximum de *P.rufus* [1]. Le matin suivant le site a été visité pour compter nombre de crottes de matière fécale et boulettes crachées sur la toile draps en plastique.

### **2.4.4. Analyses et arrangements des données**

Les données obtenues sur terrain ont été entrées dans le logiciel Excel 2007, et on a ensuite effectué des sommes, des calculs de densités et de pourcentages des résultats à partir de la formule standard existante dans le logiciel Excel 2007. Puis on a ressorti les graphes correspondants à chacun des résultats si besoin est (diagrammes, histogrammes et courbes).

## **3. Analyse du sol au laboratoire**

Pour mieux connaître les propriétés physico-chimiques du sol, on a procédé à une analyse de ces trois types de sol auprès du laboratoire pédologique de Tsimbazaza afin d'identifier les caractères distinctifs de chaque sol par exemple leur pH, leur richesse en éléments minéraux et organiques, leur teneur en base échangeable. Pour ce test d'identification, on a utilisé les matériels suivants :

### **3.1. Préparation du sol**

Avant chaque analyse, l'échantillon des sols est préparé préalablement. Cette action consiste à sécher à l'air, tamiser, broyer, et conserver l'échantillon dans un sachet portant la référence.

### **3.2. Mesure du pH**

Le potentiel d'Hydrogène mesuré par un pH-mètre, est une grandeur mesurant la concentration des ions Hydrogènes dans une solution. Il indique la teneur en ion  $[H^+]$  et évoque que le milieu est acide ou basique. La mesure du pH, constitue le test le plus sensible des modifications survenant dans l'évolution d'un sol [13], peut varier de 2 à 10 [7]. Pour déterminer le pH du sol, il faut suivre les étapes dans l'ordre suivant :

- Peser 25 g de l'échantillon du sol séché et le mettre dans un bécher de 50 ml ;

- Y verser 25 ml d'eau distillée ;
- Laisser les en contact pendant 30 mn et agiter de temps à autre à l'aide d'une baguette de verre. Après étalonnage du pH-mètre, introduire avec précaution l'électrode dans la suspension et lire le pH.



Figure 41 : Appareils de mesure du pH (à gauche) et de la Capacité d'Echange Cationique (à droite)



Figure 42 : Appareils de mesure des éléments minéraux (à gauche) et la balance automatique (à droite)

### **3.3 Recherche de matières organiques (C et N)**

#### **3.3.1 Recherche de Carbone**

A partir du taux de Carbone organique on pourra obtenir celui de la matière organique par la formule simplifiée suivante :

$$M.O = C \times 1,72$$

MO indique le taux de la matière organique exprimé en % et C le taux de Carbone en %.

Pour chercher la quantité du Carbone organique au laboratoire on a utilisé la technique suivante :

- Peser à peu près 0,5 g de sol de diamètre 0,5 mm et noter le poids exact. Le transférer dans un erlenmeyer de 250 ml. Ajouter 10 ml de bichromate de potassium 1N et faire tourner l'erlenmeyer pour faire disperser le sol dans la solution. Ajouter rapidement 20 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré. Tourner l'erlenmeyer puis agiter vigoureusement pendant 1 mn. Laisser reposer pendant 30 mn. Ajouter 200 ml d'eau distillée. Ajouter 4 gouttes d'ortho-phénantroline et titrer la solution avec FeSO<sub>4</sub> 0,5 N. La fin de la réaction s'observe par le virage d'une coloration verte intense au rouge violacé.
- Faire un essai à blanc dans les mêmes conditions.

#### **3.3.2 Recherche de l'Azote Kjeldahl**

Le mode opératoire pouvant quantifier l'Azote organique dans une matière se fait en deux étapes :

- Minéralisation de l'Azote organique : Introduire successivement 1 g de sol à 0,5 mm de diamètre, un catalyseur minéralisation et 10 ml d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré, dans un tube de digestion. Chauffer fortement (environ 430 °C) pendant 30 mn. Après refroidissement, transvaser le contenu du tube de digestion dans une fiole de 50 ml. Ajuster au trait de jauge avec de l'eau distillée.
- Distillation de l'Azote : Dans l'appareil à distillation, introduire 10 ml de la prise d'essai et 10 ml de la solution de soude. Recueillir le distillat dans un erlenmeyer de 125 ml contenant 50 ml de solution d'acide borique. Effectuer le dosage avec la solution d'acide sulfurique. Un témoin est préparé dans les mêmes conditions.

$$\text{Azote (\%)} = V \times 0,07$$

V représente la quantité d'acide pour neutraliser la solution.



Figure 43 : Appareils de mesure de l'azote

### **3.4. Capacité d'échange cationique (CEC)**

Exprimée en méq/100 g, la CEC d'un sol est la quantité de cations que ce sol peut retenir sur son complexe adsorbant à un pH donné. Après l'extraction des bases échangeables, le sol est saturé de  $\text{NH}_4^+$ . On enlève les sels d'ammonium libre, puis on procède à l'extraction de  $\text{NH}_4^+$  ainsi adsorbé par une solution molaire de NaCl. Le contenu de l'entonnoir sert à la détermination de la capacité de la CEC. Ajouter 50 ml de la solution d'éthanol 60 % dans l'entonnoir. Récupérer le filtrat dans un erlenmeyer de 125 ml. Après le lessivage par la solution d'éthanol, ajouter ensuite la solution de NaCl dans l'entonnoir. Récupérer le filtrat dans une fiole jaugée de 100 ml. Continuer cette opération jusqu'à l'obtention d'un volume de 100 ml. Dans l'appareil à distillation, introduire 10 ml du filtrat et 5 ml de soude. Recueillir le distillat dans un erlenmeyer de 125 ml contenant 5 ml de la solution d'acide borique. Effectuer le dosage avec la solution d'acide sulfurique. Un témoin est préparé dans les mêmes conditions.

Pour avoir des résultats fiables, nous avons essayé d'utiliser tous les matériels adéquats et nécessaires à notre expérience que nous l'avons cité ci-dessus. Quels sont donc les résultats obtenus pour chaque lot d'expérience ?

Partie III :

# **Résultats et interprétations**

## **Partie III :**

### **Résultats et interprétations**

---

Le mécanisme régissant la dynamique des écosystèmes forestiers sont complexes, dès la semence à la germination puis de l'établissement des plantules à la pollinisation et enfin la dispersion des graines transportées par les animaux, l'eau ou le vent. Dans notre cas, nous recueillons les graines dispersées par les chauves-souris à l'issue des matières fécales, des régurgitations et aussi les graines naturelles. Notre étude est basée sur l'efficacité de la germination des graines issues de l'appareil digestif de la chauve-souris. Pour avoir des résultats fiables afin de régénérer la forêt et de protéger des animaux disperseurs de graines, il est indispensable de faire des expériences.

Le but de notre expérience est de mettre en évidence lesquelles de ces trois types de graines que nous avons récoltées ont un taux de germination plus élevé par rapport aux autres et de faire sortir l'interaction entre ces trois éléments. Pour bien élucider notre étude comparative, nous allons étudier un à un chaque lot de graines. L'étude du premier lot d'expérience est représentée par l'étude comparative du taux de germination entre les graines naturelles issues du Ficus, par les graines issues de *Pteropus rufus* matières fécales et régurgitation (pelote) semées sur les différents types de substrats. L'étude du deuxième lot d'expérience est montrée par l'étude de la réussite du taux de la germination des ces trois types de graines. Toutes les graines sont non stérilisées et sont semées sur le sol sableux d'un milieu naturel sous l'intensité de la luminosité. Enfin l'étude du troisième lot d'expérience est exprimée par la dispersion des graines.

#### **1. Etude de la germination des trois types de graines sur les quatre types de substrats**

Le pouvoir germinatif dépend de plusieurs facteurs ainsi dans notre expérience nous essayons d'éclaircir la capacité de germination de ces types de graines sur les trois types de sol (le sol sableux, le sol ferrallitique, le sol argileux) en prenant comme témoin la germination sur le papier filtre. En tenant compte que toutes les conditions nécessaires à la germination sont suffisantes, tous les matériels nécessaires sont prêts ainsi qu'on a pris en compte les résultats d'analyse du sol ; on obtient les résultats suivants.

On a deux types de substrats : le sol et le papier filtre et trois types de sol dans cette étude. Ces sols comme nous avons vu pendant l'étude du sol peut fournir tous les éléments nutritifs dont la plante ont besoin pour son développement, sa croissance et pour toute l'activité biologique et physiologique mais l'apport de ces éléments dépend de la nature du sol. Est-ce-que les éléments constitutifs du sol peuvent varier le taux de germination ? Par contre le papier filtre tient la place d'un substrat témoin ne renferme pas tous les éléments nécessaires pour le développement de la plante car il n'y a que de l'eau.. Pour mieux discerner notre problème, on va grouper cette première expérience en deux parties : étude de différents types de graines sur le papier filtre, étude de ces différents types de graines sur les trois types de sol. Nous allons commencer l'expérience par l'étude sur le substrat témoin puis l'étude des graines sur le sol.

## **1.1 Etude des graines sur le papier filtre**

Le travail fait sur le papier filtre est considéré comme expérience témoin qui va nous fournir des renseignements sur la germination des différents types de graines. Pour commencer, nous allons entamer l'expérience sur les graines naturelles, ensuite sur les graines issues des matières fécales et enfin les graines issues de la régurgitation.

### **1.1.1. Les graines naturelles sur le papier filtre**

Les graines naturelles étaient groupées en deux catégories :

- N : ce sont les graines naturelles sans traitement
- Ns : ce sont les graines naturelles stérilisées
- L'indice 1 nous montre que l'expérience est faite sur le papier filtre

Notre étude fournit des renseignements sur les graines germées.

*Tableau VIII : Comparaison des graines naturelles sur papier filtre*

Types de graines	Papier filtre			
	Nombre de graines germées	% des graines germées	Sigle	Total des graines semées
Graines naturelles non stérilisées (N1) germées	166	43,2	N1	525
Graines naturelles stérilisées (Ns1) germées	218	56,8	Ns1	525
Total	384	100,0	N	1 050

On prend le substrat papier filtre comme témoin car dans le papier filtre il n'y a aucun facteur qui peut influencer le processus de la germination. Ces graines naturelles 384 qui se répartissent en N1 et Ns1 sont recueillies dans les mêmes conditions, elles ont toutes les mêmes propriétés biologiques donc si on les fait germer sur le papier filtre on doit avoir le même résultat or dans notre cas les graines naturelles stérilisées Ns1 ont un taux de germination plus élevé de 56,8 % que celui de N1 (43,2 %), il y a un écart de 12,4 % ce qui nous montre que la stérilisation des graines avec l'éthanol 10 % a un impact positif sur la germination des graines naturelles. Cet impact pourrait être l'élimination des petits êtres vivants qui bloquent la germination c'est-à-dire l'éthanol a pour rôle de favoriser et de faciliter le processus de la germination.

Les graines naturelles stérilisées Ns1 ont un meilleur taux de germination par rapport aux graines naturelles sur le papier filtre, est ce que c'est toujours vrai pour le cas des autres graines germées sur le papier filtre ? Nous allons vérifier par des expériences le cas des graines issues des matières fécales.



Figure 44 : Germination des graines de *Fucus* montrant le type et les conditions de germination sur le papier filtre.

### 1.1.2. Etude des graines issues des matières fécales sur le papier filtre

Nous avons deux types de graines sur le papier filtre puisque les graines issues des matières fécales étaient groupées en deux catégories :

- F : ce sont les graines issues des matières fécales sans traitement,
- FS : ce sont les graines issues des matières fécales stérilisées,
- L'indice 1 nous montre que l'expérience est faite sur le papier filtre.

Tableau IX : Comparaison de la germination des graines issues des matières fécales sur papier filtre

Types de graines	Papier filtre			
	Nombre des graines germées	% des graines germées	Sigle	Total des graines semées
Graines issues des matières fécales non stérilisées (F1) germées	205	65,9	F1	525
Graines issues des matières fécales stérilisées (Fs1) germées	106	34,1	Fs1	525
Total	311	100		1050

Après l'expérience, on a constaté que parmi les 311 graines germées F1 présente un taux de germination plus élevé de 65,9 % que Fs1 (34,1 %), soit un écart de 31,8 %.

Le fait d'être stériliser n'a aucun impact sur la germination mais par contre le fait d'être passer dans le tube digestif du *Pteropus rufus* favorise le taux de germination. Malgré que le *Pteropus rufus* est un renard volant, son appareil digestif est un peu spécial : plus court et moins complexe que le tube digestif des oiseaux ou des autres mammifères [143] ; le temps du transit alimentaire est relativement très vite et très court, la durée est environ comprise entre 12 mn et 114 mn (en général moins de 30 mn chez le *Pteropus*) d'après Sakamoto et al, 2009 [129] ; Tang et *al.*, 2007 [137] ; Travesti, 1998 [143] ; Fleming et Héritas, 1981 [41]. chez le *Pteropus rufus* la durée courte du passage des aliments dans le tube digestif augmente le taux de germination car l'action mécanique de la digestion éveille la dormance de la graine c'est-à-dire il augmente la perméabilité de la graine mais n'abîme pas le germe dans la graine. Ainsi que la digestion chimique avec toutes ces sécrétions n'a aucune action néfaste mais elles favorise aussi la germination [86]. L'action abrasive du tube digestif et la sécrétion des glandes digestives ont une action plus efficace et plus efficiente sur la germination que l'éthanol 10 %.

La nature et l'état physique de la graine compte aussi sur la durée et la vitesse de passage dans le tube digestif c'est-à-dire sa capacité de survivre dans le tube digestif. Dans ces substances chimiques, il y en a qui joue un rôle plus important que cet alcool. La connaissance de ces substances chimiques nécessite encore une étude plus approfondie pour la prochaine recherche. Ce résultat aussi nous montre que la stérilisation pour les graines issues des matières fécales est inutile ce qui implique que la germination des graines des fécales est plus bénéfique et peut engendrer des plantules plus résistants et plus sains.



Figure 45 : Germination des graines issues des matières fécales sur le papier filtre

### 1.1.3. Les graines issues de la régurgitation ou pelote

Tableau X : Comparaison des pelotes sur le papier filtre

Types de graines	Papier filtre			
	Nombre des graines germés	% des graines germées	Sigle	Total des graines semées
Pelotes non stérilisé (P) germées	00	0,0	P1	525
Pelotes stérilisé (Ps) germées	09	19,6	Ps1	525

Regurgiter c'est le fait de ne pas avaler les aliments qu'on a déjà mastiqué mais faire ressortir hors du tube digestif après avoir subi l'action du suc digestif dans la bouche. Comme toutes les graines que nous avons analysé ci-dessus, cet échantillon des graines aussi est divisé en deux catégories :

- Les graines traitées par l'éthanol 10 % : Ps,
- Les graines non stérilisées : P,
- L'indice 1 indique toujours le type de substrat qui est le papier filtre.

D'après le tableau, on a constaté que parmi les 9 graines germées on obtient 0 % pour le P1 et 100 % pour le Ps1 ; ce qui nous montre qu'il n'y a aucune graine germée pour le lot de graines P1. Puisque toutes les conditions de la germination sont toujours les mêmes pour tous les types de graines donc le fait de ne pas avoir eu une seule graine germée n'est pas dû à ces conditions mais ceci peut être dû à l'existence des agents inhibiteurs de la germination chez les graines. Par contre si le fait d'être passer dans la bouche et subir l'action de la salive favorise le taux de la germination ne peut pas tomber sur le taux de 0 %. On peut en prouver alors que le passage des graines dans la bouche n'améliore pas le taux de germination. Ce qui nous permet de dire aussi que la substance chimique qui a un impact positif sur la germination ne se trouve pas dans la première partie du tube digestif. Tandis que pour les graines traitées Ps1, on obtient un taux de germination de 100 %, toutes les graines germées sont toutes des graines traitées par l'éthanol. La stérilisation de ces graines par l'éthanol entraîne un changement du taux de germination mais si on regarde le nombre de graine germée qui représente 100 % n'est que neuf seulement ; or nous savons déjà que pour un lot de graines pour chaque type de graines il doit y avoir cinq cent vingt cinq graines semées et il n'y a que 9/525 qui ont germées ce qui nous montre que la stérilisation des graines par l'éthanol nous induit à ce résultat, il y a donc une élimination des agents pathogènes chez les graines. Ce résultat vérifie

encore que le fait d'être passer dans la bouche n'a aucune impact positif sur la germination si non nous pourrions avoir un nombre plus elevé que neufcomme par exemple le cas de Fs1 ou F1.

Conclusion sur la germination des graines sur le papier filtre :

*Tableau XI : Comparaison de la germination des graines sur le papier filtre*

Caractères	Graines Naturelles		Graines des matières fécales		Graines issues de la regurgitation	
	N1	Ns1	F1	Fs1	P1	Ps1
Type de graines						
Nombre de graines germées	166	218	205	106	0	09
Pourcentage de graines germées	43,2 %	56,8 %	65,9 %	34,1 %	0 %	100 %
Total des graines germées	384 : 73,13 %		311 : 60,19 %		19 : 1,71 %	
Total des graines semées	1050		1050		1050	

En general sur le papier filtre, si on considère les graines germées ce sont les F1 qui possèdent le taux de germination plus elevé de 65,9 %. Elles sont suivies par les graines naturelles stérilisées Ns1 (56,8 %), puis les N1 (43,2 %), les Fs1 (34,1 %), les Ps1 (1,71 %) et enfin P1 (0 %).

Pour le graines naturelles ce sont les graine traitées qui ont un taux de germination plus elevé que celles qui sont non stérilisées, l'éthanol a pour rôle d'éliminer les agents pathogènes qui peuvent inhiber la germination. Pour avoir donc une plante saine et résistante, il faut stériliser les semences.

Pour les graines de la matière fécale, c'est tout à fait le contraire car ce sont les graines non traitées qui possèdent le taux de germination plus elevé F1. La stérilisation par l'éthanol 10 % n'est donc pas nécessaire pour ce lot de graines. Ce qui montre aussi qu'à l'intérieur du tube digestif, il y a des substances qui facilitent la germination ainsi que l'action mécanique de la digestion accélère le processus de la germination. Le passage des graines dans le tube digestif n'abîme pas les graines mais plutôt favorise le taux de germination.

Pour les pelotes, on obtient un taux de germination très minime par rapport aux autres graines ce qui nous mène en general d'avoir une idée que les pelotes ne sont pas efficace pour la régénération de la forêt même si les graines sont passées dans la bouche. Mais dans notre cas, il est encore nécessaire de stériliser les graines issues des pelotes avant de les semer si on veut avoir un bon rendement. Nous avons vu pendant notre étude que la germination sur le papier filtre n'est pas

influencée par des facteurs intrinsèques ou extrinsèques, Est-ce c'est toujours le cas dans la germination des graines chez les trois types de sol ?

### 1.1. Etude de graines germées sur le sol

Avant de discuter sur le résultat des graines semées sur le sol, il faut tout d'abord tenir compte quelques notions de base sur le sol. Le sol contient des éléments chimiques (les sels minéraux) qui fournissent la nourriture de la plante. Ces éléments sont très nombreux. Les besoins en sels minéraux de la plante évoluent au cours de son développement. Par exemple les sels minéraux nécessaires pour la croissance sont différents des sels minéraux qui sont indispensables à la germination. Aux stades où ils sont nécessaires, les éléments minéraux doivent pouvoir être prélevés par la plante dans le sol. Ils doivent être disponibles en quantités suffisantes et sous une forme disponible. Si les éléments ne sont pas disponibles au moment nécessaire, la germination et la croissance de la plante sera limitée et le rendement final sera plus faible. Pour mieux déterminer la teneur de ces sels minéraux dans le type de sol qu'on a utilisé, on a procédé à une analyse au laboratoire de ces sols car l'excès ou la carence de ces éléments influent sur le déroulement du développement de la plante. On a fait aussi la recherche de pH de chaque type de sol car le degré de l'acidité ou de basicité du sol joue un rôle très important sur l'assimilation des éléments nutritifs par les plantes. Ces résultats sont complémentaires aux recherches bibliographiques.

*Tableau XII : Résultats et interprétation de l'analyse du sol au laboratoire*

Type de sol	pH	C %	N %	C/N	P	Bases échangeables		
						Ca	Mg	K
Sol 1 : Sableux	4,44 Extrêmement acide	3,18 Très riche	0,121 Moyen	26,3 Trop fort	8,4 Moyen	2,36 Moyen	0,22 Très pauvre	0,26 Moyen
Sol 2 : Ferrallitique	4,92 Très fortement acide	1,11 Moyen	0,056 Pauvre	19,8 Satisfaisant	15,9 Riche	0,54 Très pauvre	0,11 Très pauvre	0,07 Très pauvre
Sol 3 : argileux	5,83 Moyennement acide	0,62 Moyen	0,056 Pauvre	11,1 Satisfaisant	49,2 Très riche	1,83 Pauvre	0,22 Très pauvre	0,26 Moyen

On peut montrer à l'aide de ce graphe la variation du pH de ces trois types de sol.

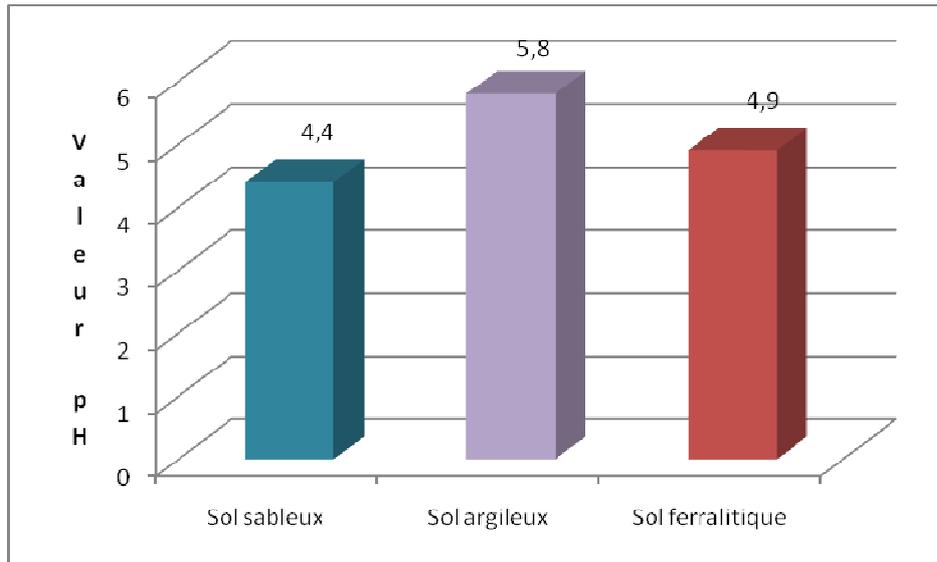


Figure 46 : Variation du pH de chaque type de sol

### 1.1.1. Etude des graines naturelles

On a fait l'étude de graines naturelles sur les trois types de sol : sol sableux, sol ferralitique et sol sableux. Pour bien observer l'efficacité du sol on a reparti le sol en deux groupes : groupes de sol traité et le groupe de sol non traité. Chaque type de sol a son propre sigle comme nous allons voir durant notre étude. Nous allons commencer par l'étude des graines naturelles sur le sol sableux puis sur le sol ferralitique et enfin sur le sol argileux.

#### ➤ Sol sableux :

On a utilisé le sol sableux de la région de Mandela qui est divisé en deux groupes : le sol sableux stérilisé indiqué par l'indice 2 et le sol sableux non stérilisé présenté par l'indice 5. Or, nous savons déjà que les graines naturelles aussi sont divisées en deux groupes : Npour les graines non traitées et Ns pour les graines traitées. On va étudier séparément ces types de graines sur l'état du substrat et on va commencer par le sol sableux non stérilisé puis après le sol sableux stérilisé. Mai avant tout ça il faut tout d'abord connaître les propriétés physiques et chimiques du sol sableux.

#### Etudedes propriétés du sol sableux non stérilisé :

D'après l'analyse au laboratoire et la recherche bibliographique :

**Les propriétés physiques** : les éléments sableux dans les sols dépendent de leur granulométrie. Les éléments calcaires sont liés à la présence de carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ) dans le sol sableux. Tous

les sols contiennent du calcium, quelquefois en très faible quantité. Les sables grossiers (éléments moyens) favorisent la percolation dans le sol (sols perméables et filtrants). Ils permettent un meilleur échange de chaleur entre l'atmosphère et le sol qui se réchauffe plus vite et plus durablement. Ils forment des sols dits légers, c'est-à-dire peu mottés, se travaillant facilement, plus faciles d'accès aux racines, mais aussi plus sensibles à l'érosion hydrique. Les sables fins et les limons (éléments fins) rendent les sols battants et asphyxiants quand ses éléments se tassent sous l'action mécanique des pluies. On dit qu'un sol est asphyxiant quand il s'oppose à l'infiltration de l'eau en profondeur. Lorsque les éléments fins sont calcaires, ils rendent les sols très collants.

**Les propriétés chimiques** : on sait que le sol sableux a un pH= 4,44 ce qui peut nous dire qu'il est extrêmement acide ; il contient 3,181 % de carbone, il est très riche en carbone ; sa teneur en azote est moyen car il contient 0,121 %. Le rapport C/N=26 est trop fort ; le phosphore de Bray est moyen car il n'y a que 8,4.

Les éléments chimiques nécessaires pour la germination et le développement de la plantule sont l'Azote, le Phosphore et le Potassium. Le rapport de C/N est trop fort ce qui veut dire que ce rapport est un facteur de blocage pour la germination et le développement de la plantule.

**Etude des graines naturelles sur le sol sableux non stérilisé :**

*Tableau XIII : Comparaison de la germination des graines naturelles sur le sol sableux non stérilisé*

Type de graines	Sol sableux non stérilisé			
	Nombre des graines germées	% des graines germées	Sigle	Total des graines semées
Graines naturelles stérilisées (NS)	88	83 %	Ns5	262
Graines naturelles non stérilisées (N)	18	17 %	N5	263
Total	106	100,0		525

Parmi les 106 graines germées, on obtient 83 % des graines stérilisées qui ont germées (Ns5), le sol non stérilisé veut dire que ce sol se trouve à l'état naturel : sans modification au niveau de sa composition chimique et de sa propriété physique. Dans ce cas, les graines sont traitées avec de l'éthanol. Ce résultat nous montre que les graines traitées avec l'éthanol aiment bien la composition

chimique et la propriété physique du sol naturel ce qui implique que l'idée de stériliser les graines avant de le semer sur le sol naturel favorise le taux de germination. L'éthanol 10 % peut lutter contre tous les agents nocifs de la germination chez les graines. Tandis que pour les graines non stérilisées (N5) dans ce même sol, on obtient seulement 17 %. Ce qui nous montre que le taux de germination est moins élevé. Cette diminution du taux de germination peut être due à l'absence de l'action de l'éthanol qui bloque le pouvoir germinatif chez ces types de graines c'est-à-dire rend actif les agents nocifs de la germination et abîme les germes dans les graines.

Quels sont les impacts de la propriété du sol sur la germination ?

*Tableau XIV : Résultats et interprétation de l'analyse du sol au laboratoire*

Type de sol :	pH	C %	N %	C/N	P	Bases échangeables		
						Ca	Mg	K
Sol 1 (sableux)								
Valeur	4,44	3,18	0,121	26,3	8,4	2,36	0,22	0,26
Interprétation	Extrêmement acide	Très riche	Moyen	Trop fort	Moyen	Moyen	Très pauvre	Moyen

Pour les éléments minéraux, le sol sableux est très riche en C qui est un élément provenant de la richesse en matière organique, il est très indispensable pour la photosynthèse, les plantules épuisent la réserve dans les cotylédons car ils ne peuvent pas encore synthétiser des matières organique même si les plantes sont autotrophes. Donc même si le sol est riche en C, cet élément n'est pas un élément utile pour la germination car le taux de germination reste bas par rapport aux autres résultats. Pour les bases échangeables il est très pauvre en Mg= 0,22 mais la quantité de Ca=2,36 ainsi celui de K=0,26 sont tous moyen or pour le sol non stérilisé, on constate que le taux de germination est de 83 % pour Ns et 17 % pour N ce qui implique que le Ca et le K n'ont pas une influence sur la germination. Mais les trois éléments (N, P, K) qui ont une influence sur la germination, tous possède un taux moyen d'où le résultat de la germination aussi peut être moyen ou bien dépend de la préférence de la plante.

Pour les propriétés physiques, le climat a beaucoup d'influence sur les propriétés physiques du sol sableux car la rareté de l'eau de pluie ne rend pas le sol très collant et ceci empêche le caractère asphyxiant du sol, ainsi la terre dite légère aussi facilite le développement et la pénétration des racines dans le sol, ce qui veut dire qu'il y a une bonne interaction bénéfique pour la germination

entre le climat et la nature du sol voilà pourquoi le taux de germination est élevé chez les graines stérilisées dans le sol non stérilisé.

Si nous comparons ces deux résultats nous pouvons en conclure qu'il est nécessaire de stériliser les graines semées sur le sol non stérilisé, ce qui nous montre l'efficacité de l'action de l'éthanol. Nous pouvons dire aussi que le caractère du sol sableux n'a aucun impact sur la germination.

### **Etude sur le sol sableux stérilisé :**

*Tableau XV : Comparaison de la germination des graines naturelles sur le sol sableux stérilisé*

Type de graines	Sol sableux stérilisé			
	Nombre des graines germées	% des graines germées	Sigle	Total des graines semées
Graines naturelles stérilisées (NS)	26	55,3	NS2	263
Graines naturelles non stérilisées (N)	21	44,7	N2	262
Total	47	100,0		525

Parmi les 47 graines germées, on obtient 55,3 % des graines stérilisées (Ns2) qui ont germées sur le sol sableux stérilisé ce qui veut dire que les deux éléments (sol et graines) sont tous stérilisés. Tandis que pour les graines non stérilisé sur le sol traité on a un taux de 44,7 % ce qui évoque qu'il n'y a pas une grande différence entre les deux types de graines dans cette catégorie de sol. Le fait de stériliser les graines n'est pas un facteur qui influence le taux de germination car nous constatons que même si les graines sont stérilisé ou non, le résultat se ressemble. Mais ceci peut être du à la disparition de certains éléments indispensables sous l'action de la chaleur car la stérilisation du sol peut provoquer une déperdition d'un élément indispensable pour la germination.

### **Comparaison de ces deux résultats :**

Au point de vu pourcentage si on compare les deux résultats du sol traité et non traité, on constate que le taux de graine germée sur le sol stérilisé représente 30,72 % et sur le sol non stérilisé le taux représente 69,28 % ces deux résultats montrent un grand écart de taux de germination entre les deux cas. Nous savons que ce sont les sels minéraux dans le sol qui sont le responsable du développement et la croissance de la plante ce qui nous a permit de dire qu'il y a perte des éléments nécessaires à la germination lors de la stérilisation du sol, ou bien aussi cet élément disparu ne

participe pas beaucoup à la germination. Mais faute d'analyse du sol stérilisé au laboratoire nous ne pouvons pas déterminer quel est ce type d'élément indispensable à la germination qui est détruite par la chaleur de la stérilisation du sol et en plus les graines naturelles ne peuvent pas combler cette lacune.

Ceci nous conduit à conclure que le sol stérilisé ne favorise pas le taux de germination dans le cas du sol sableux par contre le taux de germination est élevé dans le cas du sol naturel.

### **Comparaison de ces résultats avec le résultat de celui du témoin :**

Mais en général, si on compare le résultat obtenu au résultat des graines naturelles sur le papier filtre en considérant le nombre 384 du papier filtre comme 100 % alors le résultat sur le sol sableux représente 39,85 % comme le tableau ci-dessous nous montre. Le pH acide du sol aussi peut être l'un des facteurs qui entraîne le taux moins élevé de la germination dans le cas de ce type de sol.

Mais si on observe le résultat obtenu sur le traitement des graines on trouve les graines stérilisées à 48,62 % tandis que 28,32 % pour les graines non traitées sur le sol sableux par rapport au résultat du témoin.

*Tableau XVI : Comparaison des résultats obtenus sur le papier filtre et le sol sableux*

Caractères	Sur papier filtre		Sur le sol sableux non stérilisé		Sur le sol sableux stérilisé	
	N1	Ns1	N2	Ns2	N5	Ns5
Type de graines						
Nombre de graines germées	166	218	26	21	18	88
Pourcentage pour chaque type de graines germées	43,2 %	56,8 %	15,66 %	9,63 %	10,84 %	40,36 %
Total des graines germées	384		47 : 12,23 %		106 : 27,60 %	
Pourcentage en général	384 : 100 %		153 : 39,85 %			
Nombre de graines semées	1050		1050			

Par rapport au résultat du papier filtre, on a 12,23 % des graines qui germent sur le sol sableux non stérilisé et 27,60 % qui ont germées sur le sol stérilisé ce qui réaffirme que les graines de Ficus aiment beaucoup plus le sol sableux stérilisé que l'autre et ce sont les graines traitées aussi qui ont le taux de germination le plus efficace.

Nous pouvons tirer comme conclusion que seuls les 39,85 % des graines naturelles sont germées sur le sol sableux par rapport au résultat de substrat témoin. Et que se passe-t-il sur le sol ferrallitique ?

### **Etude des graines naturelles sur le sol Ferralitique :**

Nous avons utilisé le sol ferralitique qui se trouve dans la commune d'Alatsinainy Ambazaha/Antananarivo-Atsimondrano près d'un pied d'une colline. Nous n'avons pas eu le temps de faire une fosse pédologique mais pour éviter d'avoir un sol mélangé avec les débris des cellules mortes à la surface du sol, nous avons recueillie le sol de l'expérience à partir de 50cm de la surface.

Comme notre étude dans le sol sableux, nous allons tout d'abord voir les propriétés physico-chimiques du sol ferralitique.

#### ➤ **Sol ferralitique :**

### **Etude des propriétés du sol ferralitique non stérilisé**

D'après l'analyse au laboratoire et la recherche bibliographique :

**Les propriétés physiques** : Les sols ferralitiques proviennent de la destruction quasi complète des minéraux altérables des roches avec libération à l'état ionique des métaux alcalins et alcalinoterreux, de l'aluminium, du fer et de divers autres éléments présents dans les roches. La silice passe en solution à l'état d'acide silicique monomère. Ces sols ferralitiques sont généralement acides avec des degrés de fertilité variables, mais dénudés, ils sont très sensibles à l'érosion et à la dégradation. Protégés de l'érosion et mis en valeur par l'apport de fumier, d'engrais ou d'amendement, ils peuvent être favorables à certaines cultures qui sont variables selon les régions (maïs, arachide, manioc, canne à sucre, bananier). Les sols ferralitiques peuvent être quasi dépourvus des cations alcalins comme sodium et potassium et alcalinoterreux comme calcium et magnésium car ils sont complètement éliminés (90 % d'après SIGHINOLFI et *al.* 1973) [130] ; mais ils peuvent, dans certaines conditions, en conserver jusqu'à 12 ou 15 me/100 g. La silice peut être complètement éliminée ou servir à la synthèse du kaolin. La silice réagit rapidement avec l'aluminium qui est éliminé partiellement et se précipite sous forme de kaolinite ; la kaolinite est relativement stable dans les sols ferralitiques dont elle constitue le minéral caractéristique. Le titane, le zirconium, le chrome sont conservés presque intégralement. Il y a des éléments comme le fer, le manganèse, ainsi que le vanadium ou le molybdène, sont influencés par la réaction d'oxydoréduction du milieu et peuvent subir un sort variable. Si le milieu est fortement oxydant, le fer s'accumule surtout sous forme d'oxyde (hématite) ou d'hydroxyde (goethite). Ces formes ferriques contribuent fortement à la coloration rouge des sols. Si le milieu est réducteur, le fer peut être éliminé presque totalement ou partiellement d'après BAGNOU et GAUSSENNE.[10]

Le sol ferrallitique est très répandu dans le monde comme en Asie, en Amérique, en Afrique et en Europe. Mais à Madagascar, la zone des sols ferrallitiques est nettement plus importante que celle envisagée par KÜCHLE R et GARNIER [81]. L'altération, dans les sols ferrallitiques, est indispensable à signaler car l'altération est fondamentale dans la formation de cette catégorie de sols.

**Les propriétés chimiques** : on sait que le sol ferrallitique a un pH= 4,92 ce qui peut nous dire qu'il est très fortement acide ; il contient 1,116 % de carbone, ce pourcentage en carbone est moyen ; sa teneur en azote est pauvre car il contient 0,056 %. Le rapport C/N=19,8 est satisfaisant ;il est très riche en phosphore de Bray car il en contient 15,9. Ce sol est très pauvre en base échangeable comme le Ca, Mg, K.

Les éléments chimiques nécessaires pour la germination et le développement de la plantule sont l'Azote, le Phosphore et le Potassium. Le rapport de C/N est satisfaisant ce qui veut dire que ce rapport est l'un des facteurs favorables pour la germination et le développement de la plantule. La particularité de ce sol est qu'il est riche en Fer qui est un élément indispensable pour la germination et le développement de la plantule.

#### **Etude des graines naturelles sur le sol ferrallitique non stérilisé :**

*Tableau XVII : Comparaison de la germination des graines naturelles sur le sol ferrallitique non stérilisé*

Type de graines	Sol ferrallitique non stérilisé			
	Nombre de graines germées	% de graines germées	Sigle	Total des graines semées
Graines naturelles stérilisées (NS)	131	81,4	NS6	262
Graines naturelles non stérilisées (N)	30	18,6	N6	263
Total	161	100,0		525

Parmi les 161 graines germées, on obtient 81,4 % des graines stérilisées (Ns6) qui ont germé sur le sol non stérilisé ce qui veut dire que ce sol se trouve à l'état naturel : sans modification au niveau de sa composition chimique et de sa propriété physique. Dans ce cas, les graines sont traitées avec de l'éthanol. Ce résultat nous montre que les graines traitées avec l'éthanol aiment bien la composition chimique et la propriété physique du sol naturel ce qui implique que l'idée de stériliser les graines avant de les semer sur le sol naturel favorise le taux de germination. L'éthanol 10 % peut lutter contre tous les agents nocifs de la germination chez les graines.

Tandis que pour les graines non stérilisées (N6) dans ce même sol, on obtient seulement 18,6 %. Ce qui nous montre que le taux de germination est moins élevé. Cette diminution du taux de germination peut être due à l'absence de l'action de l'éthanol qui bloque le pouvoir germinatif chez ces types de graines c'est-à-dire rend actif les agents nocifs de la germination et abîme les germes dans les graines.

Pour ce type de graines donc si on veut avoir un taux de germination efficace, il est nécessaire de stériliser les graines.

Quels sont les impacts de la propriété du sol sur la germination ?

*Tableau XVIII : Résultats et interprétation de l'analyse du sol au laboratoire*

Type de sol : Sol 2 (ferralitique)	pH	C %	N %	C/N	P	Bases échangeables		
						Ca	Mg	K
Valeur	4,92	1,11	0,056	19,8	15,9	0,54	0,11	0,07
Interprétation	Très fortement acide	Moyen	Pauvre	Satisfaisant	Riche	Très pauvre	Très pauvre	Très pauvre

Pour les éléments minéraux, le sol ferralitique est riche en P qui est un élément indispensable pour la germination et le développement de la plantule, par contre ce sol est pauvre en N et K. On constate aussi que le rapport C/N est satisfaisant, ce qui implique aussi l'augmentation du taux de germination puisque nous savons déjà pendant l'étude du sol sableux que si ce taux est très élevé ça risque de diminuer le pouvoir germinatif des graines car ce taux élevé rend le sol non productible. L'interaction entre la richesse en P et le taux satisfaisant du rapport C/N peuvent favoriser le taux de germination. Pour les bases échangeables, ce sol non stérilisé est très pauvre en Mg= 0,11 ; en Ca=0,54 ainsi en K=0,07. On constate que le taux de germination est de 81,4 % pour Ns et 18,6 % pour N ce qui implique que le Ca, Mg et le K, ainsi que la pauvreté en N et K n'ont pas une influence sur la germination. L'acidité très forte du sol aussi n'a aucun impact négatif sur le taux de la germination.

Pour les propriétés physiques, le sol ferralitique est facilement érodé d'où ils peuvent être quasi dépourvus des cations alcalins comme sodium et potassium et alcalinoterreux comme calcium et magnésium car ils sont complètement éliminés par l'eau de ruissellement ou l'eau de pluie et c'est notre cas. Mais ceci est facile à remédier, si on lui apporte du fumier ou des débris des végétaux morts, sa partie stérile est récupérable.

L'érosion a beaucoup d'influence sur les propriétés physiques du sol ferrallitique car l'altération est fondamentale dans la formation de cette catégorie de sols donc il est indispensable à signaler non seulement pour sa formation mais aussi pour la porosité et la perméabilité du sol.

La porosité et la granulométrie de ce type de sol facilite le développement et la pénétration des racines dans le sol, ce qui veut dire que les propriétés physiques du sol favorise le taux de germination.

### **Etude des graines naturelles sur le sol ferrallitique stérilisé :**

*Tableau XIX : Comparaison des graines naturelles sur le sol ferrallitique stérilisé*

Type de graines	Sol ferrallitique stérilisé			
	Nombre des graines germées	% des graines germées	Sigle	Total des graines semées
Graines naturelles stérilisées (NS)	117	89,3	NS3	263
Graines naturelles non stérilisées (N)	14	10,7	N3	262
Total	131	100,0		525

Parmi les 131 graines germées, on obtient 89,3 % des graines stérilisées (Ns3) qui ont germées sur le sol ferrallitique stérilisé ce qui veut dire que les deux éléments (sol et graines) sont tous stérilisés. Tandis que pour les graines non stérilisées sur le sol traité on a un taux de 10,7 % ce qui évoque qu'il y a une grande différence entre les deux types de graines dans cette catégorie de sol. Le fait de stériliser les graines influence le taux de germination. Ceci nous montre que la stérilisation du sol n'a pas un grand impact sur le pouvoir germinatif des graines. Ce résultat nous confirme aussi que la chaleur détruit les éléments minéraux comme les alcalino-terreux (Ca, Mg) et des minéraux alcalins comme Na et K alors qu'ils peuvent être déjà absents dans ce type de sol. Alors, les propriétés physico-chimiques du sol n'ont aucun impact sur la germination même si le sol est traité. Dans ce cas, l'efficacité de l'éthanol sur la germination est aussi confirmée car il y a une augmentation du taux de germination.

**Comparaison de ces deux résultats du sol ferralitique :**

*Tableau XX : Comparaison des graines naturelles sur le sol ferralitique*

Type de graines	Sol ferralitique stérilisé			Sol ferralitique non stérilisé			
	Nombre de graines germées	% de graines germées	Sigle	Nombre de graines germées	% de graines germées	Sigle	Total des graines germées
Graines naturelles stérilisées (NS)	117	89,3	NS3	131	81,4	NS6	248
Graines naturelles non stérilisées (N)	14	10,7	N3	30	18,6	N6	44
Total	131	100,0		161	100,0		292
Total en general	131	44,86		161	55,14		292
Total des graines semées	525			525			

Ce tableau nous montre que les graines naturelles germées sur ce type de sol est de 292 qui représente un taux de 100 %. La comparaison des graines germées sur les deux types de sol ferralitique nous renseigne que 84,93 % sont des graines stérilisées et 15,07 % sont des graines non stérilisées. Ces pourcentages confirment la nécessité de stériliser les graines avant de les semer si on voudrait avoir un taux de germination efficace. Mais concernant le sol, on obtient un taux plus élevé de 55,14 % qui germent sur le sol non traité et 44,86 % germent sur le sol traité ce qui confirme que les graines de Ficus germent beaucoup plus sur le sol naturel et ont besoin de la stérilisation.



*Figure 47 : Germination des graines naturelles sur le sol ferralitique*

**Comparaison de ces résultats avec celui du substrat témoin :**

*Tableau XXI : Comparaison des résultats obtenus sur le papier filtre et le sol ferrallitique*

Caractères	Sur papier filtre		Sur le sol ferrallitique non stérilisé		Sur le sol ferrallitique stérilisé	
	N1	Ns1	N3	Ns3	N6	Ns6
Type de graines						
Nombre	166	218	14	117	30	131
Pourcentage pour chaque type de graines	43,2 %	56,8 %	08,43 %	53,66 %	18,07 %	60,09 %
Total des graines germées	384		131 : 34,11 %		161 : 41,92 %	
Pourcentage en général	384 : 100 %		292 : 76,04 %			
Total des graines semées	1050		1050			

Par rapport au résultat du papier filtre qui est considéré comme témoin, on a 34,11 % qui ont germées sur le sol ferrallitique non stérilisé et 41,92 % sur l'autre type de sol ce qui confirme que les graines de Ficus aiment beaucoup plus le sol ferrallitique stérilisé et ce sont aussi les graines stérilisées qui ont un taux de germination plus élevé que l'autre type de graine. Mais on peut remarquer que dans les deux cas le taux de germination des graines non stérilisées est très bas par rapport à ceux des graines traitées.

Pour en conclure, on constate 76,04 % des graines naturelles sont germées sur le sol ferrallitique par rapport au substrat témoin. Comment se fait la variation de ces taux de germination sur le sol argileux ?

➤ **Sol argileux :**

**Etude des graines naturelles sur le sol argileux :**

Nous avons utilisé le sol argileux qui se trouve dans la commune d'Alatsinainy Ambazaha/Antananarivo-Atsimondrano. Nous n'avons pas eu le temps de faire une fosse pédologique mais pour éviter d'avoir un sol mélangé avec les débris des cellules mortes ou de l'humus ou des racines de quelques plantes, nous avons recueillie le sol de l'expérience à partir de 50cm de la surface du sol comme nous avons fait pour les autres sols.

Comme notre étude dans les autres types de sol, nous allons tout d'abord voir les propriétés physico-chimiques du sol argileux.

### **Etude des propriétés du sol Argileux non stérilisé :**

D'après l'analyse au laboratoire et la recherche bibliographique :

**Les propriétés physiques** : La formation du sol argileux est le résultat tardif qui fait suite à un certain nombre d'altérations physiques, chimiques et biologiques qui affectent les roches massives jusqu'à ce à l'obtention d'un complexe d'altération. Ce sol est un sol imperméable à l'eau c'est-à-dire avant sa saturation en eau il possède une haute capacité sur la rétention d'eau. Il présente alors un taux d'humidité plus élevé par rapport aux deux autres types de sol. Il peut contenir aussi des matières organiques plus abondantes puisque la richesse en eau peut accélérer l'action de décomposition des débris de végétaux ou d'animaux en matières organiques puis ce dernier se décompose en matières minérales. Il est donc riche en ces deux matières.

**Les propriétés chimiques** : Le complexe d'altération dans le sol est généralement constitué des carbonates et bicarbonates de calcium, magnésium, sodium, potassium, de silice, de gels colloïdaux (hydroxydes de fer et d'aluminium) associés ou non aux acides organiques du sol et des argiles.

L'obtention de ces composés dans le complexe d'altération résulte de plusieurs processus chimiques comme :

- La dissolution des roches solubles ou calcaires. Dans ce dernier cas, la présence d'acide carbonique dans l'eau favorise largement cette dissolution. À terme, tout le calcaire d'un sol peut disparaître sous l'effet de pluies acides.
- L'hydratation, surtout des sels de fer. L'hématite ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) de couleur rouge, une fois hydratée donne la goethite de couleur brune ; deux fois hydratée donnent la stilpnosidélite de couleur ocre et trois fois hydratée donnent la limonite de couleur jaune.
- L'hydrolyse, surtout des minéraux silicatés (feldspaths, micas, amphiboles, pyroxènes, péridots, plagioclases, etc.) qui aboutit à la formation d'argiles. L'hydrolyse peut être acide (ions  $\text{H}^+$ ), c'est le cas sous l'action de l'acide carbonique, mais surtout sous l'action des acides organiques issus de la décomposition ralentie des matières organiques comme cela se produit en climat froid et en climat tempéré. Sinon l'hydrolyse est neutre ou alcaline (ions  $\text{OH}^-$ ) comme cela se produit en profondeur (hors de la portée des acides organiques) et sous climats chauds équatoriaux, tropicaux et méditerranéens. Par exemple, l'hydrolyse de l'orthose, principal feldspath des granites, selon qu'elle fait intervenir deux ou trois molécules d'eau conduit à la formation soit de montmorillonite, soit de kaolinite.

**Etude des graines naturelles sur le sol argileux non stérilisé :**

*Tableau XXII : Comparaison des graines naturelles sur le sol argileux*

Type de graines	Sol argileux non stérilisé			
	Nombre de graines germées	% des graines germées	Sigle	Total des graines semées
Graines naturelles stérilisées (NS)	60	55,04	NS7	262
Graines naturelles non stérilisées (N)	49	44,96	N7	263
Total	109	100		525

Parmi les 109 graines germées, on obtient 55,04 % des graines stérilisées (Ns7) qui ont germé sur le sol non stérilisé ce qui veut dire que ce sol se trouve à l'état naturel : sans modification au niveau de sa composition chimique et de sa propriété physique. Dans ce cas, les graines sont traitées avec de l'éthanol. Ce résultat nous montre que les graines traitées avec l'éthanol aiment bien la composition chimique et la propriété physique du sol naturel ce qui implique que l'idée de stériliser les graines avant de les semer sur le sol naturel favorise le taux de germination. L'éthanol 10 % peut lutter contre tous les agents nocifs de la germination chez les graines.

Tandis que pour les graines non stérilisées (N7) dans ce même sol, on obtient seulement 44,96 %. Ce qui nous montre que le taux de germination est moins élevé. Cette diminution du taux de germination peut être due à l'absence de l'action de l'éthanol qui bloque le pouvoir germinatif chez ces types de graines c'est-à-dire rend actif les agents nocifs de la germination et abîme les germes dans les graines.

Pour ce type de graines donc si on veut avoir un taux de germination efficace, il est nécessaire de stériliser les graines.

Quels sont les impacts de la propriété du sol sur la germination ?

Tableau XXIII : Résultats et interprétation de l'analyse du sol au laboratoire

Type de sol	pH	C %	N %	C/N	P	Bases échangeables		
						Ca	Mg	K
Sol 3 (argileux)	5,83 Moyenne ment acide	0,62 Moyen	0,056 Pauvre	11,1 Satisfaisant	49,2 Très riche	1,83 Pauvre	0,22 Très pauvre	0,26 Moyen

Pour les éléments minéraux, le sol Argileux est très riche en P qui est un élément indispensable pour la germination et le développement de la plantule, par contre ce sol est pauvre en N avec un taux moyen de carbone alors le rapport C/N est satisfaisant, nous savons déjà pendant l'étude des deux sols précédemment que le rapport très élevé risque de diminuer le pouvoir germinatif des graines, il rend le sol non productible ceci nous emmène à confirmer que le taux satisfaisant de C/N présente un succès sur le taux de germination ; il possède aussi un taux moyen en K c'est qui implique aussi l'augmentation du taux de germination. L'interaction entre la richesse en P, le taux satisfaisant du rapport C/N, le taux moyen en K et C peuvent favoriser le taux de germination. Pour les bases échangeables, ce sol non stérilisé est très pauvre en Mg= 0,22 ; en Ca=1,84 ainsi moyen en K=0,26. On constate que le taux de germination est de 55,04 % pour Ns et 44,96 % pour N ce qui implique que la pauvreté en Ca, Mg et en N n'ont pas une influence négative sur la germination. L'acidité moyenne du sol aussi n'a aucun impact négatif sur le taux de la germination. Nous pouvons remarquer que si on compare les différents éléments constitutifs de ces trois sols, le sol argileux possède des éléments qui présentent un taux beaucoup plus meilleur et rentable que les deux autres types de sols. Mais nous allons vérifier cette hypothèse plus tard.

Pour les propriétés physiques, les éléments constitutifs du sol argileux est facilement altérable d'où ils peuvent être donné naissance au sol ferralitique ou au sol ferrugineux. Le développement de la structure du sol est aussi affecté par les variables climatiques. A part les autres facteurs comme les activités biologiques, la teneur en matière organique et la texture du sol, ainsi qu'une disponibilité en eau et une température modérée contribuent à la formation et à la stabilisation des agrégats (Boix *et al.*, 1995 ; Lavee *et al.*, 1996). Ces agrégats facilitent la formation du complexe argilo-humique qui rend le sol argileux plus fertile par rapport aux deux autres types du sol. Les propriétés physiques du sol comptent beaucoup sur l'augmentation du taux de germination. Mais il y a une interrelation entre ces propriétés physiques et les propriétés chimiques du sol qui facilitent le développement et la pénétration des racines dans le sol.

**Etude des graines naturelles sur le sol argileux stérilisé :**

*Tableau XXIV : Etude des graines naturelles sur le sol argileux stérilisé*

Type de graines	Sol argileux stérilisé			
	Nombre des graines germées	% des graines germées	Sigle	Total des graines semées
Graines naturelles stérilisées (NS)	112	87,5	NS4	263
Graines naturelles non stérilisées (N)	16	12,5	N4	262
Total	128	100		525

Parmi les 128 graines germées, on obtient 87,5 % des graines stérilisées (Ns4) qui ont germées sur le sol argileux stérilisé ce qui veut dire que les deux éléments (sol et graines) sont tous stérilisés. Tandis que pour les graines non stérilisées sur le sol traité on a un taux de 16 % ce qui évoque qu'il y a une grande différence entre les deux types de graines dans cette catégorie de sol. Le fait de stériliser les graines influence le taux de germination. Ceci nous montre que la stérilisation du sol n'a pas un grand impact sur le pouvoir germinatif des graines. Ce résultat nous confirme aussi que même si on a stérilisé le sol on obtient toujours un taux de germination assez élevé ce qui veut dire qu'il n'y a pas beaucoup de déperdition des éléments minéraux comme les alcalino-terreux (Ca, Mg) et des minéraux alcalins comme Na et K. Alors, les propriétés physico-chimiques du sol ont un impact positif sur la germination. Dans ce cas, l'efficacité de l'éthanol sur la germination est aussi confirmée car il y a une augmentation du taux de germination.

**Comparaison de ces deux résultats :**

*Tableau XXV : Comparaison des graines naturelles sur le sol argileux*

Type de graines	Sol argileux stérilisé			Sol argileux non stérilisé			
	Nbre	%	Sigle	Nbre	%	Sigle	Total
Graines naturelles stérilisées (NS)	112	87.5	NS4	60	55.04	NS7	172
Graines naturelles non stérilisées (N)	16	12.5	N4	49	44.96	N7	65
Total	128	100		109	100		237
Total en general	128	54		109	46		237
Total des graines semées	525			525			1050

Ce tableau nous montre que les graines naturelles germées sur ce type de sol est de 237 qui représente un taux de 100 %. La comparaison des graines germées sur les deux types de sol ferrallitique nous renseigne que 72.57 % sont des graines stérilisées et 27.43 % sont des graines non

stérilisées. Ces pourcentages confirment la nécessité de stériliser les graines avant de les semer si on voudrait avoir un taux de germination efficace. Mais concernant le sol, on obtient un taux moins élevé de 46 % sur le sol non traité et 54 % germent sur le sol traité.

Pour conclure, les graines de Ficus ont besoin de la stérilisation et germent beaucoup plus sur le sol argileux stérilisé.

### **Comparaison de ces résultats avec celui du substrat témoin :**

*Tableau XXVI : Comparaison des résultats obtenus sur le papier filtre et le sol argileux*

Caractères	Sur papier filtre		Sur le sol argileux non stérilisé		Sur le sol argileux stérilisé	
	N1	Ns1	N7	Ns7	N4	Ns4
Nombre des graines germées	166	218	49	60	16	112
Pourcentage pour chaque type de graines germées	43,2 %	56,8 %	29.52 %	27.52 %	09.64 %	51.38 %
Total des graines germées	384		109 : 28.39 %		128 : 33.33 %	
Pourcentage en général	384 : 100 %		237 : 61.72 %			
Total des graines semées	1050		1050			

Par rapport au résultat du papier filtre qui est considéré comme témoin, on a 28,39 % qui ont germées sur le sol argileux non stérilisé et 33,33 % sur l'autre type de sol traité ce qui confirme que les graines de Ficus aiment beaucoup plus le sol argileux stérilisé. Pour les graines, il y a une divergence de résultat selon les types de graines : les graines non stérilisées ont beaucoup plus de préférence de germer sur le sol argileux non stérilisé. Tandis que les graines stérilisées ont un taux de germination plus élevé sur le sol argileux traité. Ces résultats nous montrent que la stérilisation des graines combinée avec le traitement du sol favorisent le taux de germination.

Pour en conclure, on constate 61,72 % des graines naturelles sont germées sur le sol argileux par rapport au substrat témoin.

**Récapitulation des graines naturelles sur les différents types substrats par ordre de mérite :**

*Tableau XXVII : Récapitulatif des graines naturelles sur les quatre types de substrats*

Types de graines	Papier filtre	Sol sableux			Sol argileux			Sol ferrallitique			Total selon le type de graine
		St	Non st	T	St	Non st	T	St	Non st	T	
Graines naturelles stérilisées (NS) germées	218	26	88	114	16	49	65	117	131	248	645
Graines naturelles non stérilisées (N) germées	166	21	18	39	112	60	172	14	30	44	421
Total par type de substrat	384	47	106	153	128	109	237	131	161	292	1 066
Total en general	384	153			237			292			1 066
Pourcentage %	36,02	14,35			22,23			27,40			27,40
Nombre de graines semées	1050	1050			1050			1050			4200

*St : stérilisé, Non st : Non stérilisé, T : Total*

Nous avons déjà commenté ce tableau par l'étude de chaque cas mais nous avons pu remarquer sur ce tableau qui est très évident que les graines naturelles ont besoin de la stérilisation pour obtenir un taux de germination plus élevé quelque soit le type de sol traité ou non traité.

**Récapitulation générale par type de substrat :**

*Tableau XXVIII : Récapitulatif général par type de substrat*

Types de substrats	Nombre	Pourcentage %	Ordre de mérite	Sigle
Papier filtre	384	36,02	1 <sup>e</sup>	N1 et Ns1
Sol ferrallitique	292	27,40	2 <sup>e</sup>	N3-N6-Ns3-Ns6
Sol argileux	237	22,23	3 <sup>e</sup>	N4-N7-Ns4-Ns7
Sol sableux	153	14,35	4 <sup>e</sup>	N2-N5-Ns2-Ns5
Total des graines germées	1 066	100		
Total des graines semées		4200		

A la fin de l'expérience, on a obtenu 1 066 graines naturelles germées sur les divers types de substrats et c'est dans le papier filtre qu'on obtient le taux de germination très élevé car dans ce cas toutes les conditions de germination sont remplies et ne dépend à aucun facteur limitant. Ensuite, le sol ferrallitique tient le deuxième place ce qui nous montre que le graines de Ficus aiment beaucoup mieux y germer ceci implique les propriétés physico-chimiques de ce sol convient bien et favorise la

germination de cette plante. Puis, vient en troisième place le sol argileux qui présente des propriétés physico-chimiques aussi bien pour la germination mais la rétention d'eau très élevée peut aussi altérer les graines. Enfin, le sol sableux qui tient la dernière place car nous avons déjà vu pendant l'étude des cas que le sol sableux est très acide et aussi moins riche en matières organiques et en matières minérales.

Pour conclure, les graines naturelles ont besoin de stériliser et germent beaucoup mieux sur le sol ferralitique.



*Figure 48 : Germination des graines naturelles sur le sol argileux*

Mais est-ce que ce résultat est toujours le même pour les graines issues des matières fécale ?

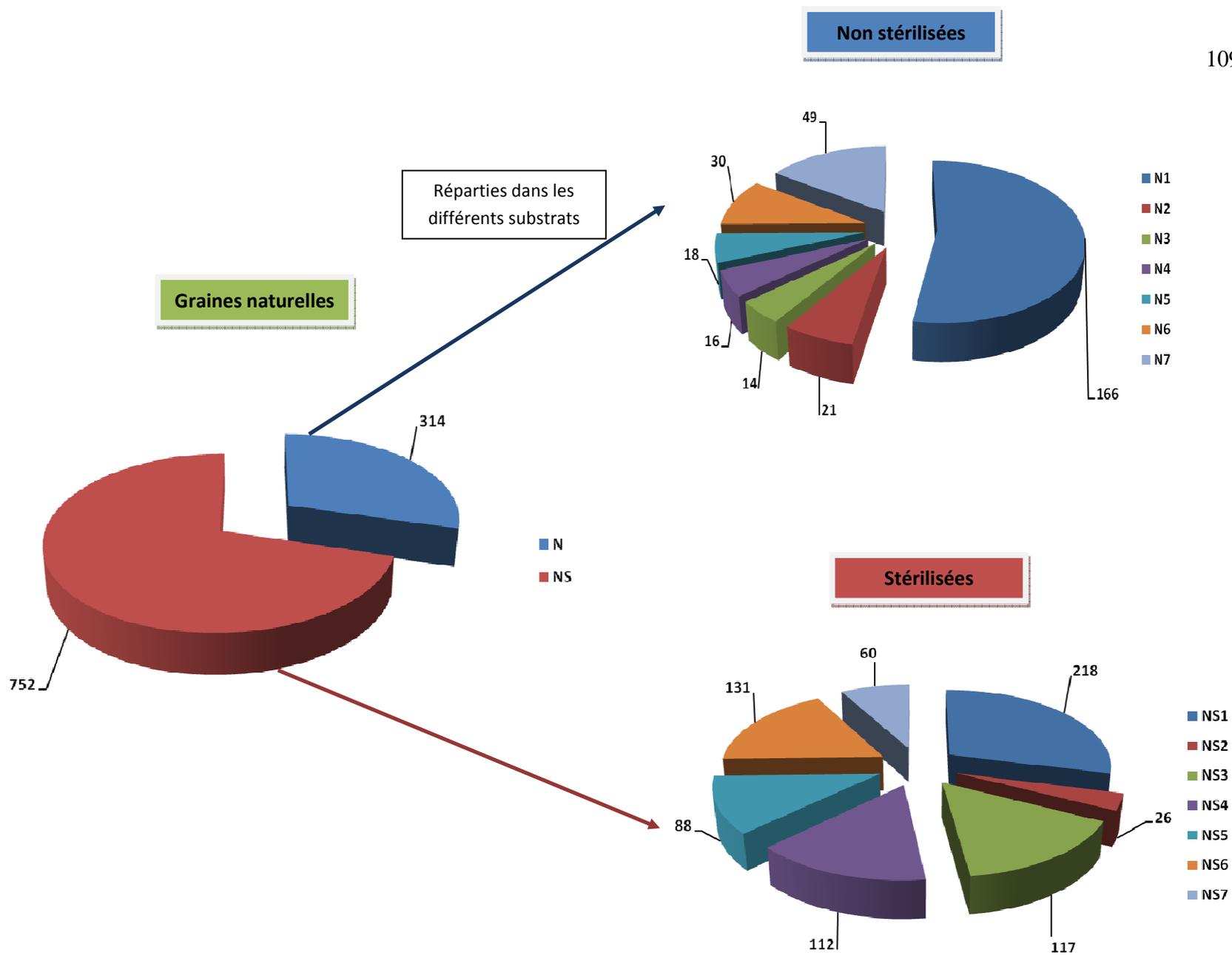


Figure 49 : Récapitulatif de la germination des graines naturelles issues du Fucus

### 1.1.2. Etude de graines issues des matières fécales

Après la recherche des gîtes, on doit récolter les graines issues des matières fécales. Pour se faire, on a mis une sorte de sac plastique au nombre de trois (3 m x 10 m) sous l'arbre que les chauves-souris pendent ou bien on doit les recueillir sur le limbe des plantes forestières puis on les sèche et enfin les mettre dans un endroit sec pour éviter la germination et la moisissure avant l'expérience.

Nous procédons toujours la même méthode comme nous avons pratiqué dans les graines naturelles sur les différents substrats. Nous commençons l'étude par le sol sableux puis le sol ferrallitique ensuite le sol argileux et enfin les différentes comparaisons.

#### Etude de graines issues des matières fécales sur le sol sableux :

Comme dans l'étude des graines naturelles sur le sol sableux nous connaissons déjà tous les caractères de ce type de sol. Nous commençons par l'étude du sol non traité ensuite le sol traité puis par la comparaison de ces résultats et enfin la comparaison avec le résultat de celui du témoin.

#### Etude de graines issues de matières fécales sur le sol sableux non stérilisé :

*Tableau XXIX : Comparaison des graines issues des matières fécales sur le sol sableux non stérilisé*

Type de graines	Sol sableux non stérilisé			
	Nombre des graines germées	% des graines germées	Sigle	Total des graines semées
Graines issues des matières fécales non stérilisées (F)	08	32	F5	262
Graines issues des matières fécales stérilisées (FS)	17	68	FS5	263
Total	25	100		525

Ici nous obtenons 68 % des graines stérilisées issues des matières fécales germées sur le sol non traité et 32 % des graines non stérilisées ce qui nous montre que le fait de stériliser les graines des matières fécales favorise le taux de germination ; c'est tout à fait le contraire du cas des graines des matières fécales sur le papier filtre qui nous emmène que la stérilisation de

graines issues des fèces est inutile car les graines venant de ce groupe sont réfractaires. Ceci nous conduit aussi à prouver qu'il y a des éléments constitutifs du sol qui entre en jeu sur la variation du taux de germination ; par exemple aussi le pH très élevé du sol sableux peut inhiber l'action de l'éthanol et l'acidité du sol extrêmement fort inhibe le pouvoir de la germination. Or, les composantes physico- chimiques du sol non stérilisé ne change pas, donc la variation du taux de germination peut être due à la stérilisation des graines, et le fait d'être passé dans le tube digestif qui s'associent aux certaines propriétés du sol nous donne ce résultat. Mais nous remarquons aussi que quelque soit le traitement du solle taux de germination chez le sol sableux est toujours efficace dans le cas des graines stérilisées. Et comment sont les résultats dans le cas du sol traité ?

**Etude des graines issues des matières fécales sur le sol sableux stérilisé :**

*Tableau XXX : Comparaison des graines issues des matières fécales sur le sol sableux stérilisé*

Type de graines	Sol sableux stérilisé			
	Nombre des graines germées	% des graines germées	Sigle	Total des graines semées
Graines issues des matières fécales non stérilisées (F)	01	25,0	F2	263
Graines issues des matières fécales stérilisées (FS)	03	75,0	FS2	262
Total	04	100		525

Parmi les quatre graines germées qui représente 100 % : il y a 25 % des graines issues des matières fécales non stérilisées (F) et 75 % des graines issues des matières fécales stérilisées. Ce résultat nous confirme encore que les graines stérilisées ont un taux de germination plus élevé dans le sol sableux. Mais le résultat est très étonnant car au point de vu nombre, il n'y a qu'une seule graine non stérilisée qui a germée sur le sol traité et trois seulement pour l'autre type de sol. Cela veut dire que même si le sol est traité ou non, la stérilisation des graines de fèces favorise encore le taux de germination des graines, le nombre de graines germées est trop petit dans le deux types de sol sableux. L'acidité élevée de ce sol, les constituants physico-chimiques et la perte des éléments nécessaires lors du traitement du sol nous conduisent à obtenir ce résultat.

**Comparaison de ces deux résultats :**

*Tableau XXXI : Comparaison des graines issues des matières fécales sur le sol sableux*

Type de graines	Sol sableux non stérilisé			Sol sableux stérilisé		
	Nbre	%	Sigle	Nbre	%	Sigle
Graines issues des matières fécales non stérilisées (F)	08	33,3	F5	01	25,0	F2
Graines issues des matières fécales stérilisées (FS)	17	70,8	Fs5	03	75,0	FS2
Total par type de graine	25	100,0		04	100,0	
Total sur le sol sableux	29 : 100 %					
Total des graines semées	525					

Si on considère le nombre total des graines germées comme 100 %, on a 85,71 % qui ont germés sur le sol sableux non stérilisé tandis que 14,28 % sur le sol sableux stérilisé. Le sol non traité favorise le taux de germination pour les graines stérilisées.

**Comparaison de ces résultats avec celui du témoin :**

*Tableau XXXII : Comparaison des résultats obtenus avec les graines issues de la matière fécale sur le sol sableux et le papier filtre*

Caractères	Sur le papier filtre		Sur le sol sableux non stérilisé		Sur le sol sableux stérilisé	
	F1	Fs1	F5	Fs5	F2	Fs2
Type de graines						
Nombre de graines germées	205	106	08	17	01	03
Pourcentage pour chaque type de graines germées	65,9 %	34,1 %	3,90 %	16,03 %	0,48 %	2,80 %
Total des graines germées	311		25 : 8,03 %		4 : 1,28 %	
Pourcentage en général	100 %		29 : 9,32 %			
Total des graines semées	1050		1050			

Si on observe les résultats qui figurent sur ce tableau, on a 8,03 % des graines germées sur le sol non traité tandis qu'on a 1,28 % seulement sur le sol traité. Mais au point de vue graines, les graines stérilisées des matières fécales ont un taux de germination plus élevé que les autres non stérilisées. En général par rapport au résultat du témoin on n'a que 9,32 % des graines des matières fécales qui ont germées sur le sol sableux. Les graines issues des matières fécales n'aiment pas beaucoup le sol sableux. On peut en dire que ces lots de graines ne préfèrent pas beaucoup le sol extrêmement acide, l'acidité du sol inhibe le pouvoir élevé de germer chez ces lots de graines car la stérilisation du sol accentue l'acidité. Le fait de passer dans le tube digestif

rend les graines plus actives mais l'acidité du sol accentué par la stérilisation bloque le pouvoir germinatif de ces graines. Ceci peut expliquer le pourcentage moins élevé sur le sol sableux.



*Figure 50 : Germination des graines issues des matières fécales sur le sol sableux*

#### **Etude des graines issues des matières fécales sur le sol ferrallitique :**

On sait que les graines naturelles aiment ce type de sol mais est-ce-que les graines des matières fécales aussi aiment ce type de sol ? Nous allons maintenant le vérifier en donnant en premier lieu le sol ferrallitique non stérilisé puis le sol ferrallitique traité. Les résultats de ces graines nous ont permis de dire que les graines issues des matières fécales ont un taux de germination très efficace ; ce qui nous conduit à penser que le fait d'être passé dans le tube digestif de cet animal favorise le taux de germination prouvé par les graines sur le papier filtre, tandis que pour le sol il y a d'autres facteurs qui favorisent ou inhibent la germination.

Quels sont ces autres facteurs ?

**Sur le sol ferralitique non traité :**

*Tableau XXXIII : Comparaison des graines issues des matières fécales sur le sol ferralitique non stérilisé*

Type de graines	Sol ferralitique non stérilisé			
	Nombre des graines germées	% des graines germées	Sigle	Total des graines semées
Graines issues des matières fécales non stérilisées (F)	14	22,6	F6	262
Graines issues des matières fécales stérilisées (Fs)	48	77,4	Fs6	263
Total	62	100,0		525

Parmi les 62 graines germées, on obtient 77,4 % des graines stérilisées (Fs6) qui ont germé sur le sol ferralitique non stérilisé ce qui veut dire que les graines stérilisées des matières fécales aiment le sol non traité ce qui nous montre que même si le sol est non traité les graines issues des matières fécales peut y germer normalement au cas où elles sont stérilisées ceci nous indique aussi qu'elles sont résistantes aux éléments néfastes du sol pour la germination. Ce résultat contrarie ce qu'on a vu sur le papier filtre. Mais si tous les deux éléments mis en jeu sont tous non stérilisés (sol et graines) on obtient un taux de germination plus faible que le précédent 22,6 %, ce qui évoque qu'il y a une grande différence entre les deux types de graines dans ce catégorie de sol puisque nous avons déjà vu le résultat sur le substrat témoin que les graines issues des matières fécales n'ont pas besoin de traitement pour avoir un taux de germination efficace, or dans ce cas c'est le contraire le fait de stériliser les graines influence le taux de germination ceci nous conduit à réaliser que ce sont les propriétés physico-chimiques du sol qui montrent un inconvénient sur le taux de germination.

**Sur le sol ferralitique traité :**

Nous ne pouvons pas distinguer la différence entre les éléments constitutifs des deux sortes de sol traité ou non traité car nous ne pouvons pas faire l'analyse au laboratoire de sol traité alors nous ne sommes pas plus sûre quels types d'éléments sont détruits lors de la stérilisation du sol.

*Tableau XXXIV : Comparaison des graines issues des matières fécales sur le sol ferrallitique stérilisé*

Type de graines	Sol ferrallitique stérilisé			
	Nombre des graines germées	% des graines germées	Sigle	Total des graines semées
Graines issues des matières fécales non stérilisées (F)	10	30,3	F3	263
Graines issues des matières fécales stérilisées (FS)	23	69,7	FS3	262
Total	33	100,0		525

Parmi les 33 graines germées, on obtient 69,7 % des graines stérilisées (Fs3) qui ont germé sur le sol ferrallitique stérilisé ce qui veut dire que les graines stérilisées des matières fécales aiment le sol traité ce qui nous montre que même si le sol et les graines sont tous traités le taux de germination est toujours le plus élevé. Les graines issues des matières fécales peuvent y germer normalement. C'est toujours un résultat qui contredit ce qu'on a vu sur le papier filtre. Ceci nous conduit à penser que la stérilisation de ces deux éléments a influencé le taux de la germination. Tandis que pour les graines des matières fécales non stérilisées on a un taux de germination un peu plus bas : 30,3 % sur le sol traité ce résultat nous confirme que le traitement du sol influence l'efficacité de la germination. Ce sont donc les caractères du sol qui font varier ce taux de germination.

#### **Comparaison de ces deux résultats :**

L'étude de cas de ces deux types de sol nous a permis de dire que les graines stérilisées issues de matières fécales aiment le sol ferrallitique traité ou non traité et si nous comparons les deux résultats qu'est ce que nous obtenons ?

*Tableau XXXV : Comparaison des graines issues des matières fécales sur le sol ferralitique*

Type de graines	Sol ferralitique non stérilisé			Sol ferralitique stérilisé			Total selon le type de graine
	Nombre de graines germées	% de graines germées	Sigle	Nombre de graines germées	% de graines germées	Sigle	
Graines issues des matières fécales non stérilisées (F)	14	22,6	F6	10	30,3	F3	24 : 25,26 %
Graines issues des matières fécales stérilisées (FS)	48	77,4	FS6	23	69,7	FS3	71 : 74,74 %
Total	62	100,0		33	100,0		95 : 100 %
Total en general	62	65,26		33	34,74		95
Total des graines semées	525			525			

Si on observe le résultat sur ce tableau on a 65,26 % des graines germent sur le sol ferralitique non traité tandis que 34,74 % germent sur le sol ferralitique traité. Le pourcentage des graines germées sur le sol non traité est presque deux fois plus que ceux qui peuvent vivre sur l'autre type de sol ce qui nous montre que ces types de graines aiment le sol non traité. Ce qui veut dire que le fait de passer dans le tube digestif rend les graines résistantes aux facteurs nocifs du sol pour la germination. Mais concernant les graines ce sont les graines stérilisées qui favorisent le taux de germination 74,74 % ce qui veut dire que le fait de passer dans le tube digestif quand on les sème sur ce type de sol nous prouve qu'il y a une action contradictoire entre la nature, les caractères du sol et l'action mécano-chimique de la digestion car le taux de germination des graines non stérilisées est trois fois moins que celui de l'autre type : seulement 25,26 %.

**Comparaison de ces résultats avec celui du témoin :**

*Tableau XXXVI : Comparaison des résultats obtenus avec les graines issues de la matière fécale sur le sol ferralitique et le papier filtre*

Caractères	Sur le papier filtre		Sur le sol ferralitique non stérilisé		Sur le sol ferralitique stérilisé	
	F1	Fs1	F6	Fs6	F3	Fs3
Type de graines						
Nombre	205	106	14	48	10	23
Pourcentage pour chaque type de graines	65,9 %	34,1 %	6,83 %	45,28 %	04,88 %	21,69 %
Total des graines germées	311		62 : 19,93 %		33 : 10,61 %	
Pourcentage en général	100 %		95 : 30,54 %			
Total des graines semées	1050		1050			

Si on observe les résultats qui figurent sur ce tableau, on a 19,93 % des graines germées sur le sol non traité tandis qu'on a 10,61 % seulement sur le sol traité. Mais au point de vu

graines : ce sont les graines stérilisées des matières fécales ont un taux de germination plus élevé que les autres non stérilisées. En général par rapport au résultat du témoin on n'a que 30,54 % des graines des matières fécales qui ont germées sur le sol ferrallitique. Les graines issues des matières fécales n'aiment pas beaucoup le sol ferrallitique. On peut en dire que ces lots de graines ne préfère pas beaucoup le sol très fortement acide, l'acidité du sol inhibe le pouvoir élevé de germer chez ces lots de graines car la stérilisation du sol accentue l'acidité. Le fait de passer dans le tube digestif rend les graines plus actives mais l'acidité du sol accentué par la stérilisation bloque le pouvoir germinatif de ces graines. Ceci peut expliquer le pourcentage moins élevé sur le sol ferrallitique.



*Figure 51 : Germination des graines issues des matières fécales sur le sol ferrallitique*

#### **Etude des graines issues des matières fécales sur le sol argileux :**

Le sol argileux comme nous avons vu dans le cas de graines naturelles, il possède presque les meilleurs caractères de tous les sols pour pouvoir augmenter le taux de germination. Mais est-ce que c'est toujours vrai aussi pour le cas des matières fécales ? Nous allons commencer par le sol argileux non traité ensuite le sol argileux traité puis les comparaisons de ces résultats.

**Sur le sol argileux non traité :**

*Tableau XXXVII : Comparaison des graines issues des matières fécales sur le sol argileux non traité*

Type de graines	Sol argileux non traité			
	Nombre de graines germées	% de graines germées	Sigle	Total de graines semées
Graines issues des matières fécales non stérilisées (F)	18	17,0	F7	263
Graines issues des matières fécales stérilisées (FS)	88	83,0	FS7	262
Total	106	100,0		525

Ici nous obtenons 83 % des graines stérilisées issues des matières fécales germées sur le sol non traité et 17 % des graines non stérilisées ce qui nous montre que le fait de stériliser les graines des matières fécales favorise le taux de germination sur le sol argileux ; c'est tout à fait le contraire du cas des graines des matières fécales sur le papier filtre qui nous emmène que la stérilisation de graines issues des fèces est inutile car les graines venant de ce groupe sont réfractaires. Par contre, ceci nous induit à prouver qu'il y a des éléments constitutifs du sol qui entre en jeu sur la variation du taux de germination ; par exemple aussi le pH fortement très élevé du sol argileux peut inhiber l'action de l'éthanol. Or, Il n'y a pas de variation des composantes physico- chimiques du sol non stérilisé, donc la variation du taux de germination peut être du à la stérilisation des graines, au fait d'être passé dans le tube digestif qui s'associent aux certaines propriétés du sol nous donne ce résultat. Et comment sont les résultats dans le cas du sol traité ?

**Sur le sol argileux traité :**

Pour ces types de graine

*Tableau XXXVIII : Comparaison des graines issues des matières fécales sur le sol argileux traité*

Type de graines	Sol argileux traité			
	Nombre de graines germées	% de graines germées	Sigle	Total des graines semées
Graines issues des matières fécales non stérilisées (F)	17	48,6	F4	262
Graines issues des matières fécales stérilisées (FS)	18	51,4	FS4	263
Total	35	100		525

D'après ce tableau on a 51,4 % des graines stérilisées et 48,6 % des graines non stérilisées, l'écart entre ces deux résultats est de 3,2 % seulement ceci nous montre que la différence est très minime ce résultat nous évoque que même si le sol est traité, la stérilisation ou non des graines ne change pas beaucoup le pourcentage. Pour ce type de sol argileux, la stérilisation des graines ou le traitement du sol n'ont pas beaucoup d'influence sur la variation du taux de germination ce qui implique que la préférence des graines de Ficus si c'est traitées ou non est presque sensiblement identique sur le sol traité. Les deux types de graines même si elles ont traversé le tube digestif de l'animal, elles montrent un taux de germination sensiblement égale, les deux types de graines supportent bien en même temps les caractères du sol. Dans ce cas, pour le sol argileux, le fait d'être stérilisé ou non ne modifie pas le résultat, ce qui veut dire que la germination de deux types de graines dans ce sol nécessite la même propriété physico-chimique du sol et même éléments minéraux ainsi que les bases échangeables.

#### **Comparaison de ces deux résultats :**

*Tableau XXXIX : Comparaison des résultats obtenus avec les graines issues de la matière fécale sur le sol argileux et le papier filtre*

Type de graines	Sol argileux non traité			Sol argileux traité			TOTAL
	Nombre de graines germées	% de graines germées	Sigle	Nombre de graines germées	% de graines germées	Sigle	
Graines issues des matières fécales non stérilisées (F)	18	17,0	F7	17	48,6	F4	35
Graines issues des matières fécales stérilisées (FS)	88	83,0	FS7	18	51,4	FS4	106
Total	106	100,0		35	100		141
Total en général	106	75,18		35	24,82		141
Total des graines semées	525			525			

Si nous comparons ces deux résultats nous remarquons que 75,18 % des graines germent sur le sol non traité ce qui domine le taux de germination par rapport à celui traité qui est de 24,82 %. Quelque soit le traitement du sol le taux de germination chez le sol argileux est toujours efficace dans le cas des graines stérilisées ce qui confirme encore que l'action de l'éthanol et le fait de passer dans le tube digestif sur le sol argileux est complémentaire car ils favorisent le taux de germination : ce sont les graines stérilisées sur le sol non traité qui germent beaucoup plus que les graines non stérilisées. Mais pour le sol traité, ce sont aussi les graines stérilisées qui germent

mieux mais le taux supérieur de ce cas est égal au taux de germination inférieur du sol non traité. Ce qui nous montre que le pH n'est pas un facteur bloquant pour la germination de ce type de sol. Nous avons su aussi qu'au point de vue éléments minéraux, le sol argileux est très riche en P et la teneur en K est moyenne. Ce résultat provient de l'analyse du sol non traité or la germination est plus élevée dans ce dernier groupe de sol, ce qui veut dire que le fait de stériliser les graines combiné avec un sol naturel favorise le taux de germination. En d'autres termes, stériliser le sol peut entraîner la déperdition de quelques éléments minéraux et aussi inhibe d'autres propriétés physiques du sol ce qui explique le faible pourcentage de la germination sur le sol traité. Ce qui veut dire que le passage des graines dans le tube digestif et ainsi le non stérilisation du sol et la stérilisation des graines favorisent le taux de germination. Les graines de Ficus stérilisées aiment beaucoup plus le sol argileux non traité (naturel).



*Figure 52 : Germination des graines issues des matières fécales sur le sol argileux non traité*

Cette figure nous montre que si on ne traite pas le sol il y a d'autres plantes qui poussent avec les graines de Ficus et nous pouvons y voir aussi que le sol argileux est un meilleur sol pour la rétention d'eau et quelque fois les graines sont abîmées par la forte humidité.

**Comparaison de ces deux résultats à celui du substrat témoin**

*Tableau XL : Comparaison des résultats obtenus avec les graines issues de la matière fécale sur le sol argileux et le papier filtre*

Caractères	Sur le papier filtre		Sur le sol argileux non traité		Sur le sol argileux traité	
	F1	Fs1	F7	Fs7	F4	Fs4
Type de graines						
Nombre	205	106	18	88	17	18
Pourcentage pour chaque type de graines	65,9 %	34,1 %	8,78 %	83,01 %	08,29 %	16,98 %
Total des graines germées	311		106 : 34,08 %		35 : 11,25 %	
Pourcentage en général	100 %		141 : 45,38 %			
Total des graines semées	1050		1050			

Si on observe les résultats qui figurent sur ce tableau, on a 34,08 % des graines germées sur le sol non traité tandis qu'on a 11,25 % sur le sol traité. Mais au point de vue graines : ce sont les graines stérilisées des matières fécales ont un taux de germination plus élevé que les autres non stérilisées. En général par rapport au résultat du témoin on n'a que 40,38 % des graines des matières fécales qui ont germées sur le sol argileux. On peut dire que ces lots de graines ne préfèrent pas beaucoup le sol très fortement acide, l'acidité du sol inhibe le pouvoir élevé de germer chez ces lots de graines car la stérilisation du sol accentue l'acidité. Le fait de passer dans le tube digestif rend les graines plus actives mais l'acidité du sol accentué par la stérilisation bloque le pouvoir germinatif de ces graines. Ceci peut expliquer le pourcentage moins élevé sur le sol argileux que sur le papier filtre.

**Classification des graines issues des matières fécales sur les différents substrats par ordre de mérite**

*Tableau XLI : Récapitulatif des graines naturelles sur les quatre types de substrats*

Types de graines	Papier filtre	Sol sableux			Sol argileux			Sol ferrallitique			Total selon le type de graine
		St	Non st	T	St	Non st	T	St	Non st	T	
Graines des matières fécales stérilisées (FS) germées	106	03	17	20	18	88	106	48	23	71	303 :52,60 %
Graines des matières fécales non stérilisées (F) germées	205	01	08	09	17	18	35	14	10	24	273 :47,40 %
Total selon le type de substrat	311	04	25	29	35	106	141	62	33	95	576
Total en general	311	29			141			95			576
Pourcentage %	36,02	14,35			22,23			27,40			100
Total des graines semées	1050	1050			1050			1050			4200

*St : stérilisé, Non st : Non stérilisé, T : Total*

**Récapitulatif général par type de substrat :**

*Tableau XLII : Récapitulatif général par type de substrat*

Types de substrats	nombre	Pourcentage %	Ordre de mérite	Sigle
Papier filtre	311	53,99	1 <sup>e</sup>	F1 et Fs1
Sol argileux	141	24,48	2 <sup>e</sup>	F4-F7-Fs4-Fs7
Sol ferrallitique	95	16,49	3 <sup>e</sup>	F3-F6-Fs3-Fs6
Sol sableux	29	05,04	4 <sup>e</sup>	F2-F5-Fs2-Fs5
Total des graines germées	576	100		
Total des graines semées	4200			

A la fin de l'expérience, on a obtenu 576 graines issues des matières fécales germées sur les divers types de substrats et c'est dans le papier filtre qu'on obtient le taux de germination très élevé car dans ce cas toutes les conditions de germination sont remplies et ne dépend à aucun facteur limitant. Ensuite, le sol argileux tient le deuxième place ce qui nous montre que le graines de Ficus aiment beaucoup mieux y germer ceci implique que les propriétés physico-chimiques de ce sol convient bien et favorise la germination de cette plante. Puis, vient en troisième place le sol

ferralitique qui présente aussi des propriétés physico-chimiques bien pour la germination. Enfin, le sol sableux qui tient la dernière place car nous avons déjà vu pendant l'étude des cas que le sol sableux est très acide et aussi moins riche en matières organiques et en matières minérales. Pour les graines en général, ce sont les graines stérilisées qui ont un taux de germination très élevé 52,60 %.

Pour conclure, les graines issues des matières fécales ont besoin d'être stérilisées et germent beaucoup mieux sur le sol argileux. Mais pour le papier filtre, ce sont les graines non stérilisées qui montrent le taux de germination plus élevé.

Est-ce que le fait d'être passer dans la bouche et subir l'action de la salive peut aussi influencer le taux de la germination ?

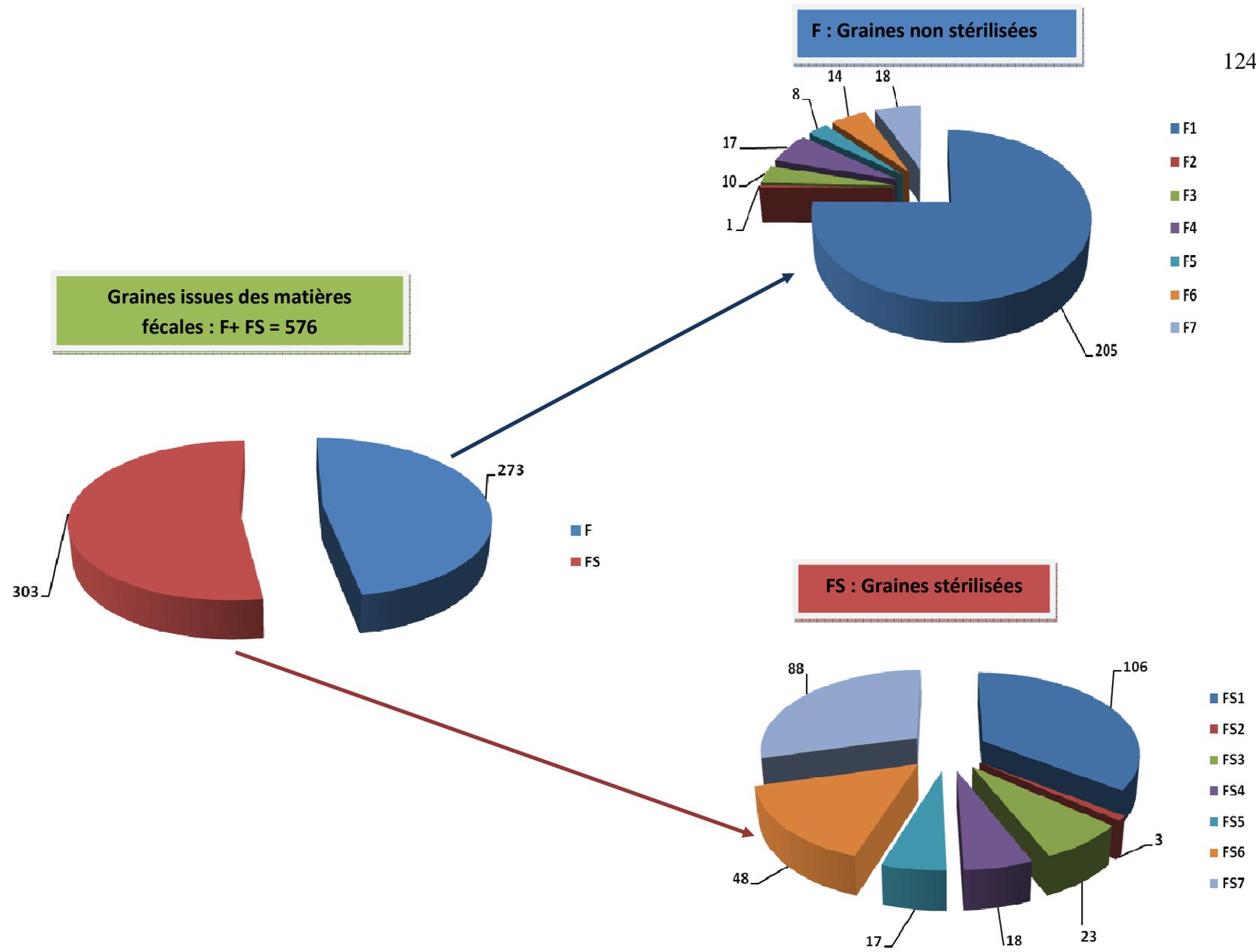


Figure 53 : Récapitulatif de la germination des graines issues des matières fécales

### 1.1.3. Etude de graines issues de la régurgitation (Pelotes)

Nous allons commencer l'étude par le sol sableux puis le sol ferrallitique ensuite le sol argileux et enfin les différentes comparaisons.

#### ➤ Etude des pelotes sur le sol sableux :

Les méthodes sont toujours les mêmes avec :

- P : les pelotes non stérilisées,
- Ps : les pelotes stérilisées,
- L'indice 2 : sol sableux stérilisé et l'indice 5 : le sol sableux non stérilisé.

#### Sur le sol sableux non traité :

Comme nous savons, pour mieux connaître l'efficacité du sol on a essayé de faire l'expérience sur le sol traité et le sol non traité car depuis le début nous obtenons toujours des résultats différents sur ces deux catégories de sol. Est-ce toujours vrai sur les graines issues de la régurgitation ?

*Tableau XLIII : Comparaison des graines issues de la régurgitation sur le sol argileux non traité*

Types de graines	Sol sableux non stérilisé			
	Nombre de graines germées	% de graines germées	Sigle	Total des graines semées
Pelotes non stérilisé (P)	3	30,0	P5	263
Pelotes stérilisé (PS)	7	70,0	Ps5	262
Total	10	100,0		525

Parmi les 10 graines germées qui représentent le taux de germination maximum 100 %, sur le sol sableux non traité on a 70 % des pelotes stérilisées Ps6 et 30 % des pelotes non stérilisées. Ce résultat nous montre que la stérilisation des graines issues de la régurgitation sur le sol naturel domine le taux de germination. Ainsi ce résultat aussi évoque que l'action de l'éthanol sur les graines est efficace sur la germination dans le sol non traité. Les constituants physico-chimiques du sol entrent aussi en jeu dans la variation du taux de germination puisque la diminution du pourcentage des pelotes non stérilisées n'est pas dû simplement à la non stérilisation des graines. Si le passage des graines dans la bouche entraîne les graines refractaires comme dans le cas des graines de la matière fécale, on peut avoir un taux plus élevé dans les graines non stérilisées mais nous assistons le cas contraire ici.

### Etude des pelotes sur le sol sableux stérilisé :

Tableau XLIV : Comparaison des graines issues de la régurgitation sur le sol argileux traité

Type de graines	Sol sableux stérilisé			
	Nombre de graines germées	% de graines germées	Sigle	Total des graines semées
Pelotes non stérilisé (P)	0	0,0	P2	262
Pelotes stérilisé (PS)	3	100,0	Ps2	263
Total	3	100,0		525

C'est un résultat très remarquable puisqu'il n'y a aucune graine germée issue de pelote non stérilisé (P2) tandis que même si le nombre était très minime pour l'autre cas de graine il représente le taux de germination maximum 100 % ce qui nous montre encore que les graines issues des pelotes se comportent comme les graines naturelles stérilisées ici le fait d'être traité le sol ou non n'a aucun impact sur la variation du taux de germination car dans les deux cas les pelotes non stérilisé présente toujours le taux moins élevé. Ceci nous montre alors que la stérilisation des graines pour les pelotes favorise le taux de germination.

### Comparaison des résultats sur le sol sableux :

Tableau XLV : Comparaison des pelotes sur le sol sableux

Types de graines	Sol sableux non stérilisé			Sol sableux stérilisé		
	Nombre de graines germées	% de graines germées	Sigle	Nombre de graines germées	% de graines germées	Sigle
Pelotes non stérilisé (P)	3	30,0	P5	0	0,0	P2
Pelotes stérilisé (PS)	7	70,0	Ps5	3	100,0	Ps2
Total des graines germées	10	100,0		3	100,0	
Total des graines semées						

En total on a 13 graines germées qui représente 100 % des graines germées sur le sol sableux, mais 76,92 % sur le sol sableux non traité et 23,08 % sur le sol sableux stérilisé. Pour avoir un taux de germination élevé chez le sol sableux, il est donc nécessaire semer des graines stérilisées sur le sol non traité. D'une autre façon aussi on peut en tirer qu'il y a eu une perte des éléments indispensables pour la germination lors de la stérilisation du sol ce qui rend le sol un peu plus pauvre en élément minéral.

### Comparaison des résultats sur le sol sableux avec celui du témoin :

*Tableau XLVI : Comparaison des pelotes sur le sol sableux avec celles sur le papier filtre*

Caractères	Sur le papier filtre		Sur le sol sableux non stérilisé		Sur le sol sableux stérilisé	
	P1	Ps1	P5	Ps5	P2	Ps2
Type de graines						
Nombre de graines germées	0	09	03	07	00	03
Pourcentage pour chaque type de graines	00 %	100 %	300 %	77,77 %	00 %	33,33 %
Total des graines germées	09 : 100 %		10 : 111,11 %		3 : 33,33 %	
Pourcentage en général	9 : 100 %		13 : 144,44 %			
Total des graines semées	1050		1050			

Cette comparaison nous montre que même sur le papier filtre le taux de germination des graines non stérilisées est nul et pour les autres leur taux de germination est aussi faible ce qui évoque que la nécessité de stériliser les graines est importante et aussi que le taux de germination des graines sur le sol sableux est plus élevé que celui du papier filtre, ce qui nous induit à penser que le sol sableux contient des éléments nécessaires pour la germination. On a constaté aussi que le passage des graines dans la bouche n'apporte aucune amélioration sur le taux de germination parce que ce sont les graines stérilisées qui possède le taux de germination plus élevé.

**Conclusion sur les pelotes :** Sur le sol sableux, le passage des graines dans la bouche n'active pas la germination des graines, par contre la stérilisation des graines favorise le taux de germination. La germination sur ce type de sol est plus efficace par rapport à celui du papier filtre.

#### ➤ **Etude des graines issues de la regurgitation sur le sol ferrallitique :**

Pour les types de graines que nous avons étudié, nous constatons que les graines naturelles aiment beaucoup mieux le sol ferrallitique que les autres sols tandis que les graines issues des matières fécales préfèrent le sol argileux et les pour le pelotes quel type de sol choisissent-elles ?

Les méthodes sont toujours le même avec :

- P : les pelotes non stérilisés,
- Ps : les pelotes stérilisées,
- L'indice 3 : sol ferrallitique traité et l'indice 6 : le sol ferrallitique non traité.

#### Sur le sol ferrallitique non traité :

Le sol ferrallitique non traité veut dire que le sol ne subit à aucune modification sur les caractères physico-chimiques : sol naturel.

*Tableau XLVII : Comparaison des pelotes sur le sol ferrallitique non traité*

Types de graines	Sol ferrallitique non traité			
	Nombre de graines germées	% de graines germées	Sigle	Total des graines semées
Pelotes non traité (P)	03	30,0	P6	263
Pelotes traité (PS)	07	70,0	PS6	262
Total	10	100,0		525

Les pelotes sont les graines qui ne donnent pas beaucoup de rendement sur la germination suivant le résultat que nous montre le tableau ci-dessus. Nous obtenons 10 graines qui germent au total et qui représente le taux maximum 100 %. On a 70 % des graines stérilisées qui germent sur le sol non traité et 30 % des graines non traitées ce qui nous explique que la stérilisation des graines favorise le taux de germination et aussi le fait d'être passer dans la bouche et subir l'action de la salive n'a aucune influence sur du pourcentage. Ce résultat nous a permis aussi de conclure que les pelotes se comportent comme les graines naturelles : pour un taux de germination efficace il est nécessaire de les stériliser. Le sol est non traité donc la variation des composantes du sol n'entrent pas en jeu dans ce cas. Mais que se passe-t-il pour le sol ferrallitique traité ?

#### **Sur le sol ferrallitique traité :**

Le sol ferrallitique traité veut dire que ce type de sol a subi l'action de la chaleur pour le stériliser. Donc il peut y avoir un changement de caractères de sol, mais nous allons constater le résultat sur le tableau suivant.

*Tableau XLVIII : Comparaison des pelotes sur le sol ferrallitique traité*

Types de graines	Sol ferrallitique traité			
	Nombre de graines germées	% de graines germées	Sigle	Total des graines semées
Pelotes non stérilisé (P)	1	33,3	P3	262
Pelotes stérilisé (PS)	2	66,7	PS3	263
Total	3	100		525

Le nombre de graines germées diminuent encore de plus en plus car on a que 3 graines seulement qui représentent le taux de 100 %. Parmi ces trois graines, on a 66,7 % des pelotes stérilisées qui germent sur le sol traité et 33,3 % pour les graines non stérilisées ; ce résultat nous confirme encore qu'on a besoin de stériliser les graines pour avoir un taux de germination efficace. La salive ne favorise pas le taux de germination puisque ce taux chez les graines non stérilisées est très faible. Nous ne pouvons pas dire que le traitement du sol a un

impact sur la variation du taux de germination quand nous n'avons pas encore comparé les résultats de ces deux types de sol.

### **Comparaison des résultats sur le sol ferrallitique :**

*Tableau XLIX : Comparaison des pelotes sur le sol ferrallitique*

Types de graines	Sol ferrallitique non traité			Sol ferrallitique traité			Total selon le type de graines
	Nombre	%	Sigle	Nombre	%	Sigle	
Pelotes non stérilisé (P) germées	03	30,0	P6	1	33,3	P3	04
Pelotes stérilisé (PS) germées	07	70,0	PS6	2	66,7	PS3	09
Total	10	100,0		3	100,0		13
Total des graines semées	525			525			

Le taux de germination des pelotes stérilisés est plus élevé par rapport aux pelotes non stérilisés. Les pelotes se comportent donc comme les graines naturelles qui ont besoin de la stérilisation. La réussite de la germination est plus rentable sur le sol ferrallitique non traité que sur celui du sol ferrallitique traité. Ce qui nous explique que le traitement du sol entraîne une déperdition des autres éléments qui favorisent le taux de germination même si le nombre des graines germées son très faibles.

### **Comparaison des résultats sur le sol ferrallitique par celui du substrat témoin :**

*Tableau L : Comparaison des pelotes sur le sol ferrallitique avec celles sur le papier filtre*

Caractères	Sur le papier filtre		Sur le sol ferrallitique non traité		Sur le sol ferrallitique traité	
	P1	Ps1	P6	Ps6	P3	Ps3
Type de graines						
Nombre des graines germées	0	09	03	07	01	02
Pourcentage pour chaque type de graines	100 %	100 %	400 %	77,77 %	200 %	33,33 %
Total des graines germées	09 : 100 %		10 : 111,11 %		3 : 33,33 %	
Pourcentage en général	9 : 100 %		13 : 144,44 %			
Total des graines semées	1050			1050		

Nous savons déjà que le taux de germination des graines non stérilisées est nul sur le papier filtre et pour les autres leur taux de germination est aussi faible ce qui évoque que la stérilisation des graines est importante. Le taux de germination des graines sur le sol ferrallitique est plus élevé que celui du papier filtre, ce qui nous induit à penser que le sol ferrallitique contient des éléments nécessaires pour la germination et l'action de la salive est compatible avec l'action des éléments constitutifs du sol. On a constaté aussi que le passage des graines dans la bouche n'apporte aucune amélioration sur le taux de germination parce

que ce sont les graines stérilisées qui possède le taux de germination plus élevé. Mais que se passe-t-il sur le sol argileux ?

### **Etude des pelotes sur le sol argileux :**

Pour les graines issues des matières fécales, c'est le sol argileux qui tient la première place car selon les recherches bibliographiques et l'analyse du sol au laboratoire, c'est ce type de sol qui possède tous les caractères nécessaires pouvant favoriser le pourcentage de la germination. Mais nous allons voir si les graines issues de la régurgitation ont la même préférence que celles des fèces.

On va procéder la même méthode on a deux types de graines sur les deux catégories de sol :

Nous savons déjà le sigle P et Ps et que l'indice 7 indique l'état du sol non traité et l'indice 4 pour le sol traité

### **Sur le sol argileux non traité :**

Ce type de sol contient tous les éléments naturels constitutifs du sol argileux.

*Tableau LI : Comparaison des pelotes sur le sol argileux non traité*

Types de graines	Sol argileux non traité			
	Nombre de graines germées	% de graines germées	Sigle	Total des graines semées
Pelotes non stérilisé (P)	03	18,8	P7	263
Pelotes stérilisé (PS)	13	81,2	PS7	262
Total	16	100,0		525

La germination des graines issues des pelotes ne sont pas rentables comme nous montre le tableau ci- dessus. Nous obtenons 16 graines qui germent au total et qui représentent le taux maximum 100 %. On a 81,2 % des graines stérilisées qui germent sur le sol non traité et 18,8 % des graines non stérilisées ce qui nous explique que la stérilisation des graines favorise le taux de germination et aussi le fait d'être passer dans la bouche et subir l'action de la salive n'a aucune influence sur la variation du pourcentage. Ce résultat nous à permis aussi de conclure que les pelotes se comportent comme les graines naturelles : pour un taux de germination efficace il est nécessaire de les stériliser. Le sol est non traité donc il n'y a pas de variation des composantes du sol : l'interaction entre la richesse en P, le taux satisfaisant du rapport C/N, le taux moyen en K et C, l'acidité moyenne peuvent favoriser le taux de germination. Mais que se passe-t-il pour le sol argileux traité ?

### Sur le sol argileux traité :

Tableau LII : Comparaison des pelotes sur le sol argileux traité

Types de graines	Sol argileux traité			
	Nombre de graines germées	% de graines germées	Sigle	Total des graines semées
Pelotes non stérilisés (P)	1	50,0	P4	262
Pelotes stérilisés (PS)	1	50,0	PS4	263
Total	02	100,0		525

Ce tableau nous montre qu'il n'y a que deux graines qui ont germées sur le sol traité ce qui nous confirme que la stérilisation du sol entraîne une déperdition des éléments constitutifs du sol qui peuvent favoriser le taux de germination. Notre résultat nous montre qu'il ya 50 % des pelotes non stérilisés et aussi 50 % des pelotes stérilisés qui ont germé sur ce type de sol ; pour les graines donc le fait d'être non stérilisés ou d'être passer dans la bouche n'entraîne pas une variation du taux de germination, le choix des graines pour ce sol est aussi le même ce qui veut dire qu'il y a une carence de même éléments minéraux ou organiques du sol pour cette baisse du nombre très remarquée et ces éléments ont le même impact sur la germination de ces graines.

### Comparaison sur le sol argileux :

Tableau LIII : Comparaison des pelotes sur le sol argileux

Types de graines	Sol argileux non traité			Sol argileux traité			Total selon le type de graine
	Nombre	%	Sigle	Nombre	%	Sigle	
Pelotes non stérilisé (P) germées	03	18,8	P7	1	50,0	P4	04
Pelotes stérilisé (PS) germées	13	81,3	PS7	1	50,0	PS4	14
Total des graines germées	16	100,0		02	100		18
Total des graines semées	525			525			

Selon le résultat sur le tableau, c'est très évident que les pelotes stérilisés ont un taux de germination très élevé, l'action de la digestion mécanique et chimique n'influence pas le taux de germination. Il est donc nécessaire de stériliser les graines si on veut avoir un taux de germination efficace. Mais pour le sol, ce le sol non traité qui réalise le taux de germination efficace ce qui nous explique que le sol traité est très pauvre en matières minéraux et organiques qui sont indispensables pour la germination des pelotes. Parmi ces substrats, quel type de substrats aiment les pelotes ?

**Comparaison sur le sol argileux avec celui du substrat témoin :**

On a résumé le résultat sur le tableau suivant :

*Tableau LIV : Comparaison des pelotes sur le sol argileux avec celles sur le papier filtre*

Caractères	Sur le papier filtre		Sur le sol argileux non traité		Sur le sol argileux traité	
	P1	Ps1	P7	Ps7	P4	Ps4
Nombre des graines germées	0	09	03	13	01	01
Pourcentage pour chaque type de graines	100 %	100 %	400 %	144,44 %	200 %	11,11 %
Total des graines germées	09 : 100 %		16 : 183,66 %		2 : 22,22 %	
Pourcentage en général	9 : 100 %		18 : 200 %			
Total des graines semées	1050		1050			

Ce résultat nous confirme qu'il y a une déperdition des éléments constitutifs du sol sur le sol traité mais le taux de germination est plus élevé chez le sol argileux non traité que celui de papier filtre ce qui nous montre que les pelotes ont besoin des éléments minéraux et organiques du sol pour pouvoir bien germer. Puisque le taux de germination pour les graines stérilisées est augmenté par rapport à celui non stérilisées alors les pelotes se comportent comme les graines naturelles qui nécessitent la stérilisation le fait de passer dans la bouche en général ne rapporte aucune amélioration sur le taux de germination. Mais on a pu remarquer aussi que le taux de germination chez le sol traité est plus bas que celui de papier filtre alors le sol traité est encore plus pauvre que le papier filtre.

**Classification des graines issues de la régurgitation sur les différents substrats par ordre de mérite :**

Résultats sur les graines issues de la régurgitation

*Tableau LV : Récapitulatif des graines issues de la régurgitation sur les quatre types de substrats*

Types de graines	Papier filtre	Sol sableux			Sol argileux			Sol ferrallitique			Total selon le type de graine
		St	Non st	T	St	Non st	T	St	Non st	T	
Graines des pelotes stérilisées (Ps)	09	03	07	10	01	13	14	02	07	09	42 : 52,60 %
Graines des pelotes non stérilisées (P)	00	00	03	03	01	03	04	01	03	04	11 : 47,40 %
Total des graines selon le type de substrat	09	03	10	13	02	16	18	03	10	13	53
Total de graines germées	09	13			18			13			53
Pourcentage %	16,98	24,52			33,96			24,52			100
Total de graines semées	1050	1050			1050			1050			4200

*St : stérilisé, Non st : Non stérilisé, T : Total*

### Récapitulatif général par type de substrat

*Tableau LVI : Récapitulatif général par type de substrat*

Types de substrats	nombre	Pourcentage %	Ordre de mérite	Sigle
Sol argileux	18	33,96	1 <sup>e</sup>	P4-P7-Ps4-Ps7
Sol ferrallitique	13	24,52	2 <sup>e</sup>	P3-P6-Ps3-Ps6
Sol sableux	13	24,52	3 <sup>e</sup>	P2-P5-Ps2-Ps5
Papier filtre	09	16,98	4 <sup>e</sup>	P1 et Ps1
Total des graines germées	53	100		
Total des graines semées	4200			

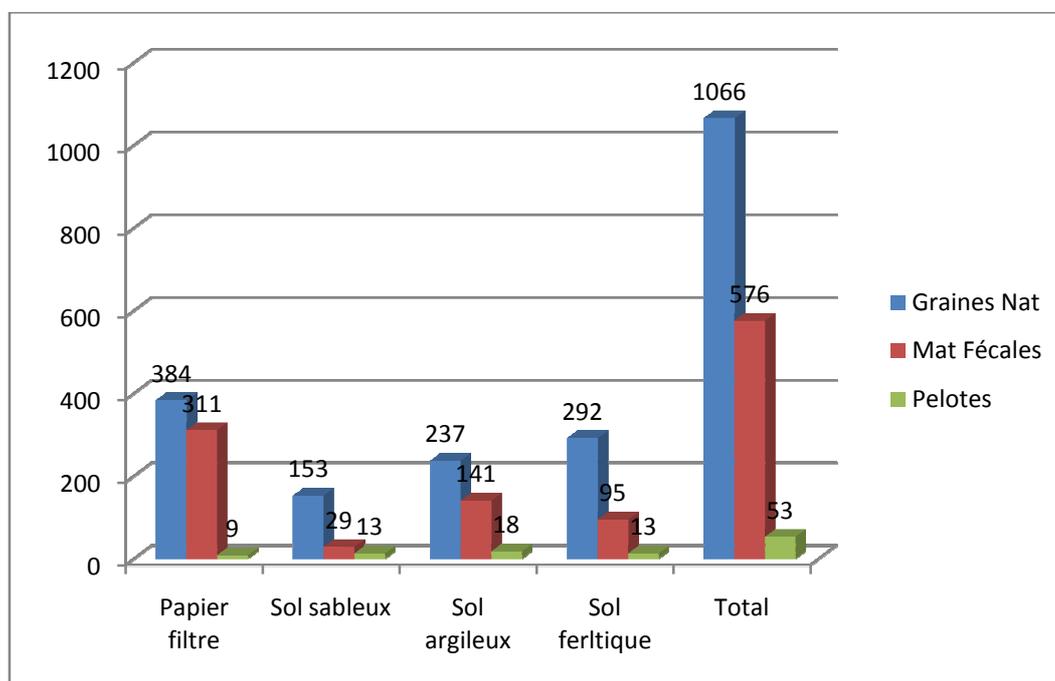
Ce résultat nous montre que les pelotes ont un taux de germination élevé sur le sol argileux puis sur le sol ferrallitique et sur le sol sableux qui ont un taux de germination identique, ce qui veut dire que les mêmes éléments nécessaires pour la germination sont détruits lors du traitement du sol. Ces trois résultats sont plus meilleurs que sur le substrat témoin qui tient la quatrième place ce qui veut dire que ces trois types de sol renferment les éléments indispensables à la germination que le papier filtre pour les pelotes. La quatrième et la dernière place c'est pour le papier filtre, on peut en tirer d'après cette expérience que le sol sableux et le sol ferrallitique ont le même impact sur la germination. Pour les pelotes, au point de vue éléments nécessaires pour la germination il présente le même rendement ; mais est-ce que c'est toujours vraie pour le maintien et le devenir de la plante ? Cette question nécessite beaucoup de temps et encore une étude plus approfondie pour la prochaine.

### Conclusion de la première expérience :

Pour conclure les résultats de la première expérience, on peut classer le taux de germination de chaque type de graine par ordre de mérite en général.

*Tableau LVII : Taux de germination de chaque type de graine sur les différents substrats par ordre de mérite*

Matières fécales	Graines naturelles	Pelotes
F1 : 205	NS1 : 218	PS7 : 13
FS1 : 106	N1 : 166	PS1 : 09
FS7 : 88	NS6 : 131	PS6 : 07
FS6 : 48	NS3 : 117	PS2 : 03
FS3 : 23	NS4 : 112	P5 : 03
FS4 : 18	NS5 : 88	P6 : 03
F7 : 18	NS7 : 60	P7 : 03
F4 : 17	N7 : 49	PS3 : 2
FS5 : 17	N6 : 30	PS4 : 1
F6 : 14	NS2 : 26	P3 : 1
F3 : 10	N2 : 21	P4 : 1
F5 : 08	N5 : 18	P2 : 0
FS2 : 03	N4 : 16	P1 : 0
F2 : 01	N3 : 14	PS5 : 0



*Figure 54 : Variation du nombre de graines germées sur les différents types de substrats*

En général, les graines naturelles et les pelotes ont besoin de stériliser pour bien germer sur le papier filtre qui n'a aucun facteur qui peut bloquer ou favoriser le taux de germination. Mais par contre pour les graines issues des matières fécales, elles n'ont pas

besoin de la stérilisation pour montrer le taux plus efficace sur le papier filtre. Les graines issues des matières fécales sont résistantes.

Pour la germination sur le sol, d'après notre étude il y a beaucoup de facteurs qui entrent en jeu alors toutes les graines ont besoin de la stérilisation pour bien germer ce qui évoque que les éléments constitutifs du sol peuvent varier le taux de germination.

*Tableau LVIII : Récapitulatif de toutes les graines sur les quatre types de substrats*

Types de graines	Papier filtre	Sol sableux	Sol argileux	Sol ferrallitique	Total selon le type de graine
Graines naturelles	384	153	237	292	1 066
Matières fécales	311	29	141	95	576
Pelotes	09	13	18	13	53
Total	704	195	396	400	1 695
Pourcentage %	41,53	11,50	23,37	23,60	100
Total des graines semées	3150	3150	3150	3150	12 600

Si on veut savoir le nombre de graines en général qui germent sur chaque type de substrat sans distinction de la nature de la graine on peut en conclure que cet animal peut bien régénérer la forêt dans la zone d'étude car on trouve ces trois types de sol dans le district de Fort-dauphin. Mais si on elargit un peu notre point de vue, on a pu constater que non seulement dans le district de Fort-dauphin qu'on pourrait faire cette régénération de la forêt mais aussi dans toute la partie de l'île entière. Notre résultat montre que le taux de germination sur le sol ferrallitique et le sol argileux est de 47 %. Nous savons aussi selon la répartition du sol à Madagascar que cette île est recouverte de sol ferrallitique sur une superficie de 243 103 km<sup>2</sup> et de sol argileux sur 167 000 km<sup>2</sup> et même le sol sableux on ne peut pas le négliger. En plus cet animal est endémique de Madagascar, on peut bien l'utiliser pour la protection de l'environnement ainsi les graines de Ficus peuvent germer sur les différents types de sol. Alors on peut confirmer que l'interaction entre ces trois éléments pour la régénération de la forêt à Madagascar est rentable avec quelques mesures d'accompagnement comme la protection légale de cet animal.

### **1.3. Interprétation des résultats**

On voit que le taux de germination est plus élevé sur le papier filtre que sur les trois types de sol car pour le sol, il y a d'autres facteurs qui interviennent dans la germination par exemple l'acidité du sol, les proportions en éléments majeurs (N, P, K, Ca, Mg, S) et les oligo-éléments ; par exemple la forte acidité du sol entraîne une diminution de l'assimilabilité

des oligo-éléments or les oligo-éléments participent beaucoup à l'alimentation et au développement de la plante.

#### **1.1.4. Etude de graines issues de la régurgitation (Pelotes)**

Pour les graines naturelles, leur traitement avec l'éthanol entraîne un taux de germination plus efficace pour le NS1 : 56,8 % par rapport aux graines naturelles non traitées N1 : 43,2 %. Ceci explique qu'il est indispensable de stériliser les graines naturelles avant de les semer. Le triage des graines ne suffit pas pour avoir de bonnes semences car ces graines peuvent être trouvées dans différents endroits où des divers micro-organismes peuvent détruire leurs germes. L'action de l'éthanol à 10 % est bien efficace pour augmenter le taux de germination des graines naturelles.

Mais c'est tout à fait le contraire pour le cas des graines issues des matières fécales, ce sont les graines non traitées F1 = 65,9 % qui ont un taux de germination plus élevé par rapport aux graines traitées FS1 = 34,1 %. Ceci montre que les graines issues des matières fécales semblent être déjà traitées, c'est-à-dire, le fait d'avoir traversé le tube digestif de la chauve-souris rend les graines réfractaires, comme les graines qui sont déjà immunisées contre l'action des microbes et des insectes qui les attaquent. On sait aussi que le fait de traverser le tube digestif n'abîme pas les graines car la durée de ce passage est très courte, environ 30 secondes seulement et l'acidité du suc gastrique détruit tous les facteurs qui peuvent bloquer le pouvoir germinatif des graines. Ce qui nous conduit aussi à confirmer que le suc gastrique contient des substances actifs qui peuvent favoriser le taux de germination mais pour cette étude nous ne pouvons pas encore déterminer cette substance. On peut imaginer dans la prochaine étude de faire une étude plus approfondie sur la structure de la molécule de cet enzyme et sa composition chimique pour pouvoir déterminer son élément actif. L'écorce de ces graines est un peu plus dure alors la digestion chimique et mécanique rend plus facile la sortie des germes lors de la germination. Malgré la denture et la dentition de cet animal qui sont un peu plus complexe, l'action mécanique comme la mastication entraîne une augmentation du taux de germination car cette action semble décortiquer les graines et facilite la poussée de la gemmule donc on est assuré que la durée de la germination de ces graines est plus courte que celles qui ne subissent pas cet action mécanique.

Pour les pelotes, le fait de subir l'action de la salive ne rend pas les graines réfractaires car d'après notre expérience, on a un taux de germination réussi chez les graines traitées

PS1=100 % que chez les graines non stérilisées P1=0 %. On a observé aussi que le taux de la germination est inefficace, cela nous prouve ainsi que l'action de l'enzyme au niveau de la bouche n'entraîne pas une augmentation du taux de la germination. En plus, l'anatomie du tube digestif qui est très différent de celui des oiseaux en tant que frugivores ainsi aussi indifférent que celui des mammifères rend la graine active ce qui nous conduit à penser que quelques enzymes dans ce tube digestif favorisent le taux de la germination des graines. Cela veut dire que la composition chimique et l'acidité de ces deux sucs digestifs ne sont pas semblable ce qui entraîne la différence de leurs actions. Ceci vérifie notre hypothèse selon laquelle seul le passage des graines au niveau de l'estomac entraîne l'efficacité de la germination des graines issues des chauves-souris. Or le fait de traiter les graines naturelles peut entraîner un taux élevé de germination. Et si on observe le résultat entre NS1 et F1, l'écart est faible car c'est de treize graines seulement avec 3,1 % (NS1=218 et F1=205). Ce qui nous confirme aussi que l'action du suc gastrique est semblable à l'action de l'éthanol 10 % avec lequel on a stérilisé les graines.

#### **1.1.5. Interprétation sur les types de sols**

Les besoins en sels minéraux de la plante évoluent au cours de son développement. Aux stades où ils sont nécessaires, les éléments minéraux doivent pouvoir être prélevés par la plante dans le sol. Ils doivent être disponibles en quantités suffisantes et sous une forme disponible. Si les éléments ne sont pas disponibles au moment nécessaire, la croissance de la plante sera limitée et le rendement final est devenu plus faible.

Le sol contient des éléments chimiques (les sels minéraux) qui fournissent la nourriture de la plante.

La productivité du sol dépend beaucoup de facteurs comme nous avons déjà amorcé dans les propriétés du sol. Mais en général les caractères suivantes sont inévitables, il faut les suivre de plus près pour pouvoir avoir une bonne rendement sur la culture qu'on a fait. La texture constitue la première propriété d'un sol d'importance. Elle donne une indication sur les propriétés physiques et la CEC. La perméabilité et la porosité d'un sol qui assurent une bonne minéralisation de la matière organique dépendent de la texture du sol. Le pH aussi joue un rôle important dans l'activité biologique du sol et la fourniture d'azote minéral aux plantes tout en étant un reflet synthétique d'appréciation de la fertilité chimique des sols (Meyim, 2000). Le pH du sol influence sur l'efficacité de la croissance d'une culture dans un sol ; il

affecte la disponibilité des éléments nutritifs, l'activité des micro-organismes et est lié aux risques de toxicité.

D'après la comparaison de ces résultats à celui de l'expérience témoin, nous n'obtenons pas la même conclusion pour les matières fécales mais pour les graines naturelles et les pelotes, c'est conforme à la conclusion du témoin. On a vérifié que le taux de germination des graines non traitées doit être supérieur à celui des graines traitées. Or avec les trois types de sol, c'est le cas contraire, ce qui nous indique qu'il y a d'autres facteurs du sol qui change ce résultat. On sait que l'acidité du suc gastrique peut être la cause de cette réussite mais d'après l'analyse du sol, on sait que ces sols sont acide : pH=4,44 pour le sol sableux ; pH=4,92 pour le sol ferrallitique et pH=5,83 pour le sol argileux, cette acidité du sol peut modifier l'action du suc gastrique, ainsi cet acidité fort entraîne une diminution d'apport de quelques éléments fertiles du sol quelquefois un facteur de blocage pour la fertilité du sol par exemple : le taux de Carbone et entraîner une diminution du taux de germination des graines non traitées des matières fécales. Ceci implique que les graines stérilisées des matières fécales ressemblent aux graines naturelles stérilisées. Alors si on veut un taux élevé de la germination de ce type de graines, il faut les stériliser. Quels sont donc les facteurs qui interviennent dans la réussite ou la défaillance du taux de germination ?

#### ➤ **Le pH :**

Les sols étudiés sont presque acides (4,44 – 4,92 – 5,83). Cette variation dépend de la nature du sol : le sol sableux est extrêmement acide, le sol ferrallitique est fortement acide et le sol argileux est moyennement acide. L'évolution de l'acidité du sol est un paramètre lié au pH ; Ces pH qui ne sont pas tous presque proches de la neutralité rend indisponible les éléments minéraux dans le sol. En effet, tous les éléments du sol ne sont pas assimilables à des pH qui ne s'approchent pas de la neutralité.

#### ➤ **Evolution des bases échangeables :**

Le pH du sol est étroitement lié à la quantité de bases présentes dans le sol (Meyim, 2000). En effet, le pH étant une mesure de la concentration en  $H^+$  du sol, plus il y a de  $H^+$ , moins il peut y avoir de cations tels que  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$ , et  $Na^+$ . Ainsi, plus le sol est acide, moins il contient des bases. Les analyses chimiques révèlent que le sol sableux le plus acide a une teneur de  $Ca^{2+}$  et de  $K^+$  moyen ceci nous conduit à penser que ce sol sableux renferme d'autres paramètres qui puissent lui fournir ces taux élevés comme les matières organiques.

Tandis que pour les deux autres types de sol, ils sont pauvres en  $\text{Ca}^{2+}$ , en  $\text{Mg}^{+}$  et en  $\text{K}^{+}$  pour le sol ferrallitique par contre ce taux en  $\text{K}^{+}$  est moyen pour le sol argileux.

Par ailleurs, Martin (1979 in Meyim, 2000) et Boyer (1982) ont montré que les carences des plantes en un élément chimique ne sont pas toujours imputables à un déficit absolu du sol en cet élément, mais aussi à un déséquilibre entre cations antagonistes dans la solution du sol. L'évaluation des équilibres cationiques permet de déterminer la fertilité chimique relative. Ces équilibres sont obtenus à partir de rapports simples tels que  $\text{Ca/Mg}$  ;  $\text{Mg/K}$ .

D'après le mémento de l'agronome (1993), le seuil de carence pour un élément chimique du sol est une teneur telle qu'en dessous, la plante cultivée ne produit plus que des récoltes insignifiantes et en plus présente souvent des accidents végétatifs. Lorsqu'on ajoute progressivement au sol cet élément (par un engrais ou un amendement), les troubles physiologiques disparaissent et les rendements progressent jusqu'à un certain niveau de cet élément dans le sol. Par contre, le seuil de déficience est un seuil de non-réponse aux engrais.

#### ➤ **Equilibre Ca/Mg :**

Si on observe les résultats de ces rapports, on a constaté que seul le résultat du sol sableux n'est pas compris dans le seuil normal. Ceci peut expliquer le taux faible de la germination de ce type de sol. Or pour les deux autres types de sol, les rapports présentent un bon équilibre  $\text{Ca/Mg}$  situé dans la fourchette limitant un intervalle idéal assurant une bonne absorption magnésienne par les plantes et une stabilité moyenne des sols ( $0,1 < \text{Ca/Mg} < 7,6$ ) d'où le taux élevé de la germination dans le cas de deux types de sol

On n'observe aucune carence ni déficience, aussi bien en calcium qu'en magnésium.

#### ➤ **Phosphore assimilable :**

Le phosphore est un constituant essentiel, il intervient dans les transferts énergétiques (ATP), dans la transmission des caractères héréditaires (acides nucléiques), dans les phénomènes de la respiration, de la photosynthèse et la dégradation des glucides. Cet élément est essentiel pour la floraison, la précocité, le grossissement des fruits et la maturation des graines, pour le développement racinaire, la fécondité et la résistance au froid.

D'après l'analyse chimique de teneur en phosphore assimilable, le sol sableux est connu pour sa teneur moyen, le sol ferrallitique pour sa richesse et le sol argileux très riche en

phosphore assimilable. Ces taux nous montrent que le sol sableux présente un taux de fertilité actuel bas et un taux de fertilité supérieur pour les deux autres types de sol.

Ces valeurs moyennes et supérieures sont une des indicatrices d'un taux suffisant en phosphore. Il est bien connu que les carences en éléments minéraux comme le phosphore constituent des limitations fortes de la fertilité des sols ce qui n'est pas notre cas. Le phosphore n'est donc pas un élément de blocage pour notre étude.

➤ **Taux de matière organique :**

La matière organique du sol constitue une réserve de nombreux éléments nutritifs car, elle fournit des lieux d'échange pour les cations comme le potassium et le magnésium, elle dégage de l'azote en se décomposant et elle fournit presque tout le manganèse et le bore nécessaires aux cultures tout au long de la saison de croissance. Cependant, les travaux de la FAO (1990) qui indiquent que les sols ferrallitiques présentent des taux de matière organique variant de 2 à 4 %, nous amènent à dire que la matière organique présente un assez bon taux de fertilité dans l'ensemble.

➤ **Azote et rapport C/N :**

L'azote joue un rôle primordial dans le métabolisme des plantes. C'est le constituant numéro un des protéines, composants essentiels de la matière vivante. Il s'agit donc d'un facteur de croissance et de rendement, mais aussi de qualité (teneur en protéines des céréales par exemple). L'azote existe sous de très nombreuses formes dans le sol : l'azote organique, l'azote ammoniacal, l'azote nitrique.

Les taux d'azote sont comme les autres paramètres plus importants dans les différents types de sol. Le taux d'azote est considéré comme étant moyen pour le sol sableux tandis que pauvre pour les deux autres types de sols. Cette évolution des teneurs en azote est plus ou moins liée à celle du pH. En effet, on sait que le pH influence l'activité biologique et ce paramètre conditionne aussi dans une large mesure la disponibilité de l'azote minéral à partir des réserves organiques. Selon Boyer (1982), les valeurs de C/N inférieures à 9 impliquent une minéralisation rapide de la matière organique avec pour conséquence une fourniture excédentaire d'azote aux plantes. RAHAJAHARITOMPO (2004) [113] précise que dans la majorité de sols ferrallitiques, les rapports C/N sont de l'ordre de 12 à 15 sous végétation naturelle et peuvent monter à plus de 16 lorsque le pH est inférieur à 4,5 traduisant une très mauvaise humification. Ce qui veut dire que quand ce rapport est très élevé, la fertilité du sol est très mauvaise comme nous avons vu avec le sol sableux qui nous montre un taux de 26,3

tandis que pour les deux autres ces rapports sont satisfaisants, 19,8 pour le sol ferrallitique et 11,1 pour le sol argileux. Ces valeurs confirment le taux de germinations faible du sol sableux et le taux élevés de la germination chez les deux autres types de sol.

➤ **Le Carbone :**

D'après l'analyse au laboratoire, on a constaté que le sol sableux est très riche en Carbone qui est l'un de source de matière organique mais l'action du carbone et de l'azote est parallèle d'où si l'un de taux de ces deux éléments représente une lacune ceci rend le sol infertile. Pour les éléments minéraux, le sol sableux est très riche en C qui est un élément très indispensable pour la photosynthèse, les plantules épuisent la réserve dans les cotylédons car ils ne peuvent pas encore synthétiser des matières organique même si les plantes sont autotrophes. Donc même si le sol est riche en C, cet élément n'est pas un élément utile pour la germination car le taux de germination reste bas par rapport aux autres. Or pour les deux autres types de sol les taux de carbone sont satisfaisants ainsi l'interaction entre le carbone et l'azote est rentable car leur rapport(C/N) est satisfaisant.

➤ **Le Potassium :**

Il est nécessaire à la photosynthèse et limite la transpiration. On trouve cet élément combiné sous des formes très nombreuses et en particulier à l'état de carbonate et de sulfate. Ces formes sont les plus facilement assimilables car elles sont solubles. La Potasse est retenue par le sol lorsque les plantes ne l'utilisent pas.

Le sol sableux et le sol argileux ont un taux de K<sup>+</sup> moyen tandis chez le sol ferrallitique la teneur est faible, ce qui nous montre que cet élément est aussi indispensable pour favoriser le taux de germination. Quelque fois aussi, l'interaction de Mg<sup>+</sup> et de K<sup>+</sup> a un impact positif sur le taux de germination.

➤ **Les oligoéléments :**

Ils sont tout aussi vitaux pour l'arbre mais en bien moindre quantité. Ils interviennent tous dans le métabolisme de la plante. On peut en distinguer particulièrement 5 :

- le bore (Bo) agit sur la croissance, sur la germination et la fertilité du pollen et sur la migration des sucres ;
- le calcium (Ca) est un constituant des parois et des membranes cellulaires. Il assure une meilleure cohésion et résistance des tissus végétaux donc une meilleure tenue du fruit à la cueillette et en conservation ;

- le fer (Fe) intervient dans la synthèse de la chlorophylle, et entre dans la composition de plusieurs enzymes intervenant entre autre dans la respiration ;
- le manganèse (Mn) en liaison avec le fer, intervient dans le processus de synthèse de la chlorophylle et l'activité de différentes enzymes ;
- le cuivre (Cu) agit comme cofacteur d'enzymes, notamment celles qui interviennent dans la synthèse de lignine.

Une carence peut résulter du manque dans le sol d'un de ses minéraux. Le plus souvent la portion dans le sol est suffisante mais se trouve inassimilable par la plante.

*Tableau LIX : Résultats et interprétation de l'analyse du sol au laboratoire*

Type de sol	pH	C %	N %	C/N	P	Bases échangeables		
						Ca	Mg	K
Sol 1 (sableux)	4,44 Extrêmement acide	3,18 Très riche	0,121 Moyen	26,3 Trop fort	8,4 Moyen	2,36 Moyen	0,22 Très pauvre	0,26 Moyen
Sol 2 (ferrallitique)	4,92 Très fortement acide	1,11 Moyen	0,056 Pauvre	19,8 Satisfaisant	15,9 Riche	0,54 Très pauvre	0,11 Très pauvre	0,07 Très pauvre
Sol 3 (argileux)	5,83 Moyennement acide	0,62 Moyen	0,056 Pauvre	11,1 Satisfaisant	49,2 Très riche	1,83 Pauvre	0,22 Très pauvre	0,26 Moyen

## 2. Etude des graines germées sur les différentes intensités du degré de l'ombre

Dans ce deuxième lot d'expérience nous allons suivre le succès de la germination des trois types de graines sous l'influence de l'intensité de la lumière plutôt dans un milieu plus naturelle : sous la forêt, sous un milieu en plein soleil et enfin sous un milieu avec une légère intensité de lumière. Ces graines sont placées dans la forêt de Mandena.

Mais avant d'entamer cette expérience on va faire la connaissance de la forêt dans le territoire de Mandena.

### 2. 1. La forêt de Mandena

Mandena est une zone de conservation avec une superficie de 230ha et contenant 150 000 plantes, c'est aussi un SNGF (Silo National des Graines Forestières). Selon l'inventaire botanique de la forêt littorale de Mandena il y a 1 200 espèces endémiques dans cette région.

Mandena est une forêt littorale de type humide serpeverante sous altitude zéro, la formation végétale fait partie du domaine de l'Estde basse altitude inférieur à 800m ; on la trouve sur le sable quaternaire de la région orientale. Ce sont des forêts clairsemées de lagune et de marécage, il y a une formation de marécage et des mangroves.

Il existe trois types de forêts : forêt littorale sur le sable, forêt de basse altitude sur gneiss, forêt de basse altitude sur basalte.

Elle est riche en Palmiers, *Pandanaceae*(*Pandanus sp.*), *Strelitzaceae* (*Ravenala madagascarensis*) abondants, *Philippia*, *Eucalyptus*, *Epiphytes*, *Nepenthaceae*(*Nepenthes madagascarensis*), Orchidées, *Aspleniaceae*.

Cette forêt contient trois espèces de Chiropteres (*Pteropotidae frugivores*) et quatre espèces de Ficus (*Moraceae*) que nous avons dit que c'est la source principale de nourriture de la communauté frugivore pendant toute l'année. Le type de sol : sol peu évolués non climatique à sédiments marin et éolien, sédiments colluviaux, sol sesquioxyde de fer et des sols hydromorphes.

## **2. 2. Variation de la germination des trois types de graines sous l'influence de l'intensité de lumière**

On voudrait savoir le succès de la germination des graines si on les pose à l'extérieur sous l'influence de l'ampleur de l'ombre, dans le milieu plus naturel. Les graines sont tous non stérilisées. On va essayer de vérifier les hypothèses suivantes : le succès de la germination variera selon les différents types de graines ; le taux de germination variera aussi avec l'intensité de la lumière.



Figure 55 : Les différents types de graines dans les sacs plastiques placées sous l'influence de l'intensité de la lumière

Le principe et la méthode utilisés sont presque le même que dans le premier lot d'expérience : on a mis vingt graines dans chaque sac plastique, ensuite les placer dans les trois différents types de place sous l'influence de la lumière. On a utilisé cent trente cinq (135) sac plastiques d'où le nombre de graines semées étaient deux mille sept cents (2 700). Arroser deux fois par jour. Toutes les graines et tous les sols sont tous non stérilisés. On a codé les graines comme suit : **N** pour les graines naturelles, **F** pour les graines issues des matières fécales et **P** pour les graines issues de la régurgitation ; **sl** pour le milieu en plein soleil, **so** pour le milieu semi-ombrophile et **st** pour le milieu sous l'ombre total. La durée de l'expérience et la répétition de chaque culture sont toujours les mêmes que la première expérience. Pour bien suivre l'évolution de la germination on n'a utilisé que le sol sableux de la localité. Après le contrôle tous les deux jours, on obtient les résultats suivants :

### **2.2.1. Pour les graines naturelles**

Selon le degré de la luminosité, on a trois types de graines :

- les graines naturelles dans le milieu ensoleillé Nsl,
- les graines naturelles dans le milieu semi-ombrophile Nso,
- les graines naturelles dans le milieu ombragé Nst.

*Tableau LX : Germination des graines naturelles sur les différents degrés de l'ombre*

Type de graines	Nombre des graines germées	Pourcentage des graines germées	Total de graines semées
Nsl	28	35	300
Nso	17	21,25	300
Nst	35	43,5	300
total	80	100	900

D'après ce tableau et parmi les 80 graines germées, les graines naturelles germent beaucoup mieux sous l'ombre total ensuite sous le milieu en plein soleil et enfin sous le milieu semi-ombrophile. Le taux de germination est compris entre 21,25 % et 43,5 % ; Pas de pourcentage des graines inférieur à 20 %.

Qu'est ce qui se passe pour les graines issues des matières fécales ?

### **2.2.2. Pour les graines issues des matières fécales**

On a aussi trois types de graines :

- Les graines des matières fécales dans le milieu ensoleillé : Fsl.
- Les graines des matières fécales dans le milieu semi-ombrophile : Fso.
- Les graines des matières fécales dans le milieu ombragé : Fst.

*Tableau LXI : Germination des graines issues des matières fécales sur les divers milieux de degré de luminosité différents*

Type de graines	Nombre des graines germées	Pourcentage des graines germées	Total des graines semées
Fsl	34	21,7	300
Fso	82	52,2	300
Fst	41	26,1	300
Total	157	100,0	900

Le taux de germination des graines issues des matières fécales est compris entre 21,7 % et 52,2 % et il présente en général un taux très élevé car ses pourcentages sont tous supérieurs à 20 %. Parmi les 157 de graines germées, ces types de graines ont plus de préférence pour le milieu semi-ombrophile puis après le milieu sous l'ombre totale enfin sous plein soleil.

### **2.2.3. Pour les graines provenant de la régurgitation**

*Tableau LXII : Germination des graines provenant des pelotes sur les divers milieux de degré de luminosité différents*

Type de graines	Nombre des graines germées	Pourcentage des graines germées	Total des graines semées
Psl	03	11,1	300
Pso	08	29,6	300
Pst	16	59,3	300
Total	27	100,0	900

Dans ce type de graines, le taux de germination est compris entre 11,1 % et 59,3 %. Psl est inférieur à 20 % ; le plus faible de taux de germination parmi tous les types de graines testés. Mais on constate que les graines issues de la régurgitation aiment le milieu ombragé ensuite le milieu semi-ombrophile et enfin le milieu en plein soleil.

Tableau LXIII : Comparaison des trois types de résultats selon la nature du milieu

Milieu	Milieu ensoleillé			Milieu semi-ombrophile			Milieu ombragé		
Sigle	Nsl	Fsl	Psl	Nso	Fso	Pso	Nst	Fst	Pst
Nombre	28	34	03	17	82	08	35	41	16
Pourcentage	10,6	12,9	1,1	6,4	31,1	3,0	13,3	15,5	6,1
Total	65 : 24,6 %			107 : 40,5 %			92 : 34,9		
Total des graines semées	900			900			900		

Tableau LXIV : Comparaison des trois types de résultats selon le type de graines

Type de graines	Naturelles			Matères fécales			Pelotes			Total
Sigle	Nsl	Nso	Nst	Fsl	Fso	Fst	Psl	Pso	Pst	
Nombre	28	17	35	34	82	41	03	08	16	264
Pourcentage	10,6	6,43	13,2	12,8	31,0	15,5	1,13	3,03	6,06	100
	0		5	7	6	3				
Total	80			157			27			264
Pourcentage général	30,3 %			59,4 %			10,2 %			100 %
Total des graines semées	900			900			900			2 700

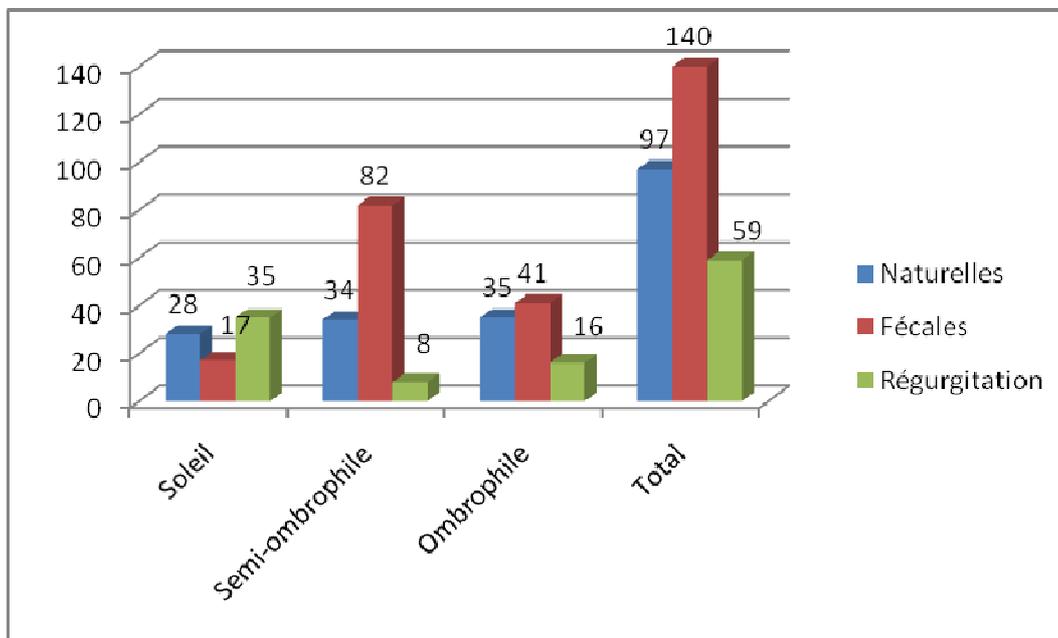


Figure 56 : Variation du nombre de graines germées selon la nature du milieu

Comparaison de ces résultats selon le type de graines : Les graines aiment mieux le milieu semi-ombrophile.

Conclusion : En observant et en comparant ces deux tableaux, on peut dégager l'argument qui soutient les suppositions dictant que les graines issues des matières fécales présentent dans les deux cas un taux de germination plus élevé : 45 % des graines germent sur l'une de nature de milieu et 59,5 % des graines germées sont des graines issues des matières fécales. Ceci nous prouve que le taux de germination dépend et varie suivant la nature du milieu et du type de graines.

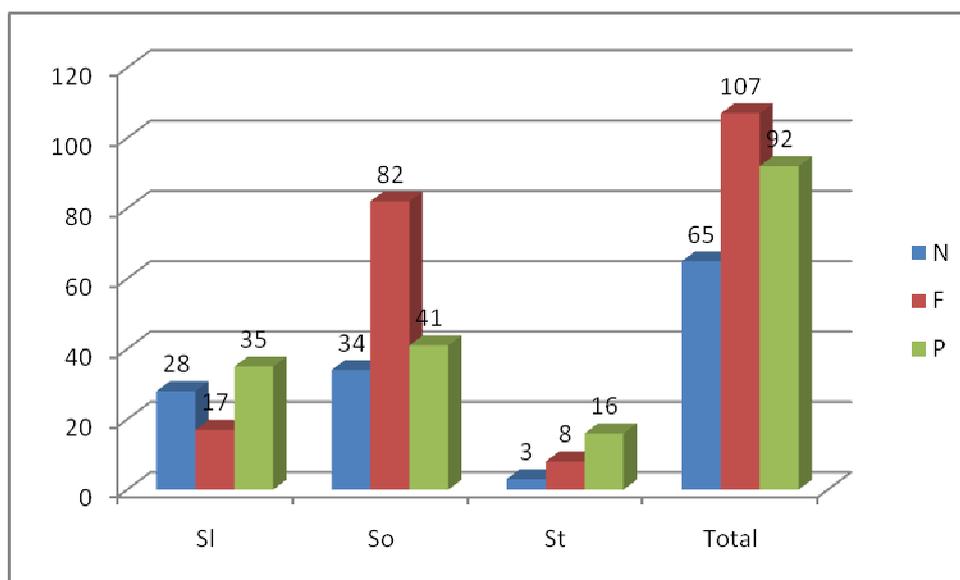


Figure 57 : Variation du nombre de graines germées selon le type de graines

Le figure n° 57 montre le succès de la germination chez les graines issues des matières fécales qui se développent bien dans le milieu semi-ombrophile, et ce traitement exprime aussi le plus haut du taux de germination par rapport aux autres expériences (F : 59,5 % ; N : 30,3 % ; P : 10,2 %). D'une façon intéressante, le milieu sous condition semi-ombrophile a élevé seulement le succès de la germination des graines de la matière fécale. Pour l'expérience 1 le succès de la germination le plus bas est montré par le taux de germination des graines de la régurgitation.



*Figure 58 : Germination de type de graines et l'état de la plantule dans les trois différentes intensités de lumière contrôlée le même jour*

La vitesse de germination de chaque type de graine. Si on voudrait savoir la vitesse de germination de chaque type de graine, on va observer le résultat donné dans le tableau suivant.

*Tableau LXV : Récapitulatif du pourcentage de germination de chaque type de graine*

<b>Nbre de jour</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>27</b>	<b>45</b>
Nsl (%)	0	2,36	10,23	11,02
Psl (%)	0	0	0	0,78
Fsl (%)	0	3,54	12,59	13,38
Nso %	0	3,54	7,08	7,08
Pso %	0	1,96	3,14	3,14
Fso %	0	7,08	31,10	32,28
Nst %	0	8,66	11,8	11,8
Pst %	0	1,18	5,11	6,69
Fst %	0	3,54	12,99	13,77

Pour la vitesse e germination, nous avons pu constater sur ces résultats que ceux qui germent le premier sont les graines issues des matières fécales semées dans le milieu semi-ombrophile avec un pourcentage de 7,08% au 11<sup>em</sup> et atteint le taux le plus élevé parmi les autres graines : 32,28% (Fso) et ensuite ce sont les graines naturelles dans le milieu sous l'ombre total avec un taux de 8,66% au 11<sup>em</sup> jour et atteint le maximum au 27<sup>em</sup> : 11,8% (Nst). Ce résultat vérifie bien que les graines naturelles préfèrent mieux le milieu sous l'ombre comme nous constatons tous les jours dans la vie quotidienne tandis que le Ficus polita germent mieux dans le milieu semi-ombrophile car il est une plante étrangleur alors il préfère plus ce milieu et ce sont les graines issues des matières fécales sont les meilleurs.

Tableau LXVI : Récapitulatif du nombre de chaque type de graine germée en fonction du jour sous les différentes intensités de l'ombre

Nbre de jr	Nsl	PsL	Fsl	Nso	Pso	Fso	Nst	Pst	Fst
11	6	0	9	9	5	18	22	3	9
13	18	0	14	10	5	19	24	8	16
15	18	0	20	11	5	19	24	9	17
17	18	0	25	15	5	37	24	9	20
19	19	0	27	16	8	56	25	9	24
21	22	0	30	16	8	63	30	10	25
23	22	0	31	18	8	67	30	12	28
25	25	0	32	18	8	79	30	13	33
27	26	2	34	18	8	82	30	17	35
29	28	2	34	18	8	82	30	17	35
31	28	2	34	18	8	82	30	17	35
33	28	2	34	18	8	82	30	17	35
35	28	2	34	18	8	82	30	17	35
37	28	2	34	18	8	82	30	17	35
39	28	2	34	18	8	82	30	17	35
41	28	2	34	18	8	82	30	17	35
43	28	2	34	18	8	82	30	17	35
45	28	2	34	18	8	82	30	17	35

### 2. 3. Interprétation de ce deuxième lot d'expérience

Les résultats ont confirmé que le taux de germination varie beaucoup suivant l'intensité de la lumière et le type de graine. Ces deux facteurs ont une influence sur le succès de la germination des graines de *Ficus polita*. La réussite du taux de germination est très variable et les graines de matière fécale ensemencées dans le milieu semi-ombrophile ont germé beaucoup mieux parmi tous les traitements. C'est peut-être dû au fait que les petites quantités de matière fécale qui restent potentiellement des fèces de la chauve-souris sur les graines peuvent les garder moites et encourager la germination [64]. Et ce résultat nous induit à montrer aussi que le *Ficus polita* qui aime le milieu semi-ombrophile peut dire que cette plante est une plante étrangère et aime bien germer sous la canopée en tuant son plante hôte. C'est à dire que le *Ficus polita* germe et croît sur son hôte qui se trouve ni dans la partie ombrophile sur la terre ni au dessus de la canopée qui est un milieu ensoleillé mais dans la partie semi-ombrophile sous la canopée. Dans le cas des graines issues de fruits mûrs et graines venant de la régurgitation, les conditions ombragées montrent une légère hausse de taux de graine germée parce que l'environnement était encore humide et ce milieu est convenable pour ces types de graines. Par contre le soleil fort peut inhiber la germination, réduire l'humidité ou sécher la

graine germée. Par conséquent, il est attendu que quelque ombre serait nécessaire pour les graines pour croître et de grandir.

Bien que, le nombre de graines germées était plutôt bas dans cette expérience, l'approche a pris en considération du fait que la prédation, les changements atmosphériques pouvaient attaquer les graines qui sont semées dans la nature sans protection.

Par conséquent, les plants ont été exposés aux fortes pluies, aux variations de l'humidité et aux invertébrés qui se nourrissent des graines et des plants, alors que dans les boîtes de Pétri elles se trouvent dans un environnement bien protégé et dans les conditions normales de la germination. Ce résultat montre que les graines issues de la chauve-souris germent beaucoup mieux dans un environnement relativement naturel que les graines naturelles non traitées. La force des plants n'a pas été comparée parmi les traitements mais il a paru que les graines extraites de fèces de la chauve-souris ont grandi plus vite et ont paru plus saines. Ce serait intéressant d'enquêter quantitativement et qualitativement sur ces facteurs dans le futur.

### **3. Etude du troisième lot d'expérience : dispersion de graines**

#### **3. 1. Expérience de la dispersion de graines**

Pour observer la capacité des chauves-souris à disperser des graines, un semi-feuillet en plastique perméable d'une dimension de 3 x 5 m a été placé sous un arbre où cet animal s'alimente dans le village d'Ananadrano (24° 56'075 "S ; 46° 59'33 "E). Ce feuillet a été contrôlé quotidiennement entre le 24 et le 30 août 2011 de 19h00 à 23h00, heures qui coïncident avec une activité maximum du *Pteropus rufus* (Andriafidison et al., 2006). Le matin suivant le site a été visité pour compter le nombre des matières fécales éjectées et des boulettes de régurgitations crachées sur le feuillet en plastique.



Figure 59 :Produits de l'alimentation des chauves-souris pendant une seule nuit sous un arbre de Ficus

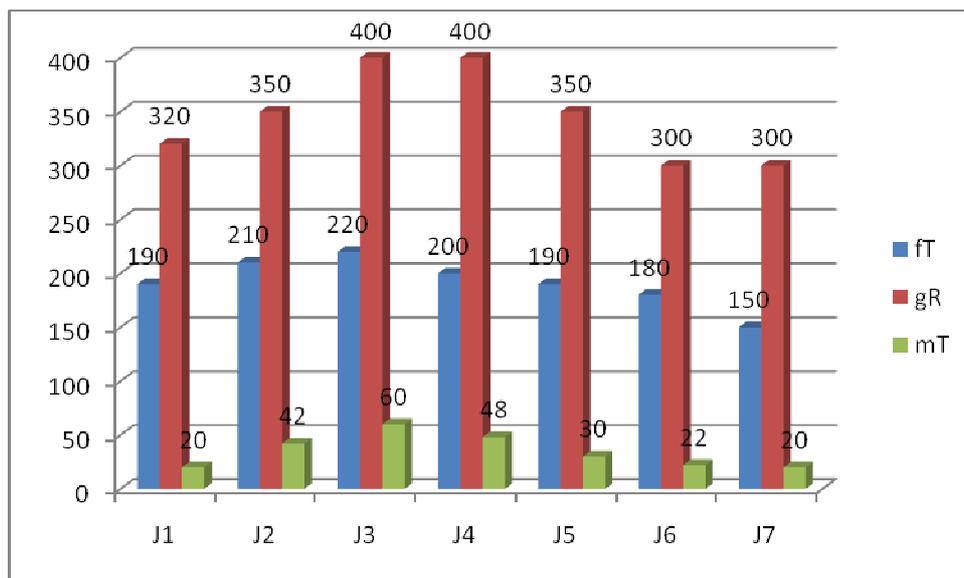


Figure 60 : Observation de la façon de prise de nourriture sur un arbre de Ficus polita dans le village d'Anandrano pendant 7 jours

### **3. 2. Interprétation de ce troisième lot d'expérience**

Les chauves-souris sont des acteurs de la dispersion de la graine très efficaces

En faisant l'observation sur les capacités de la dispersion de chauves-souris qui a eu lieu entre le 24 et 30 août 2011 de 19 h 00 à 23 h 00 dans village Anandrano où un grand arbre de Ficus polita avait de fruits mûrs. On a trouvé 220 de matières fécales et de 400 boulettes de régurgitations sur le feuillet plastique placée sous un arbre de l'alimentation après une nuit.

Les chauves-souris ont dispersé des graines sous trois types de forme : sous forme de régurgitation, de boulettes de matières fécales et de reste de la nourriture d'un arbre parental, ils peuvent porter de grands fruits de l'arbre parental par la bouche (le fruit peut être tombé avant la portée des chauves-souris de l'arbre de l'alimentation) et finalement les petites graines peuvent être transportées de l'arbre parental aux autres arbres portant des fruits ou dans des régions ouvertes avec les fèces [103]. En outre, il a été suggéré que chauves-souris, plutôt qu'oiseaux, aie une tendance à disperser des graines dans les éjections [99] [61]. Fruits, régurgitations et matières fécales sont dispersés aussi loin que 50 m au-delà du tronc d'arbre qu'ils se sont nourris. Cependant, aucune dimensions régulières n'ont été prises pour répartir la distance et le chiffre est basé sur les observations visuelles au site. Autant de 60 *Pteropus rufus* a été vu entre 19 h 00 et 23 h 00 sur un seul arbre d'alimentation, de façon intéressante, aucuns autres échantillons de matières fécales n'ont été observés sur le 3x5m de feuillet plastique. Les fèces de la chauve-souris peuvent être distinguées facilement de ceux d'oiseaux par manque de matière de l'urate blanche (Flamand et Heithaus, 1981). Cela suggérerait que les chauves-souris étaient les nourrisseurs principaux sur cet arbre *F. polita*. Cependant l'arbre a été isolé de tous fragments de forêt et était sur le bord d'un village avec haute activité humaine. Il est donc un peu attrayant à des autres frugivores potentiels qui peuvent être plus sensible au trouble. La fréquence de visites de la chauve-souris, leur nombre, le nombre de fèces et de boulettes crachées de l'arbre suggèrent clairement que les chauves-souris sont des disperseurs de la graine importants pour cet arbre particulier et potentiellement beaucoup d'autre sp de *Ficus*.

Donc, il est possible que les chauves-souris frugivores soient d'importance fondamentale dans l'entretien et régénération de forêts tropiques en déplaçant des graines de forêt aux régions éclaircies aussi bien que de forêts primaires aux forêts secondaires et vice versa [85] [99] [108] [127]. Bollen et al. (2004) [15] a déclaré que dans la forêt littorale de Sainte Luce, Madagascar, chacun de l'espèce du frugivore joue son propre rôle dans dispersion de la graine et mobilité. Les lémuriens sont importants pour disperser de grandes graines dans les limites de forêt, les chauves-souris frugivores sont cruciales pour disperser de longue distance à travers de limites du fragment et dans les dégagements où les oiseaux sont importants pour rehausser la succession et régénération de plantes dans les régions dégradées comme est plus possible qu'ils déposent des graines en se perchent sur les arbres.

Partie IV :

# **Suggestions et intérêts de l'étude**

## Partie IV :

### Suggestions et intérêts de l'étude

---

#### 1. Discussion

La capacité de germination des graines après ingestion par les animaux frugivores est très importante pour la dynamique de quelques espèces floristique et aussi prise en considération pour l'évolution de l'interaction faune-flore. Malgré les différences morphologiques et physiologiques des tubes digestifs des animaux frugivores, les différents groupes d'animaux testés ont des effets presque semblables sur la germination de la graine. Plus souvent, les mammifères non-volants ont tendance à une légère influence sur la germination que l'autre groupe (mammifères volants). Cependant, la dimension de la graine aussi bien que la rétention de la graine, le temps de passage dans la tripe du frugivore est important pour quelques espèces pour déterminer leur succès de la germination. Une variété d'espèce de frugivore modifie la durée d'état inactif de la graine, mais pas nécessairement augmenter le dernier pourcentage de la germination. L'établissement d'une germination tôt peut représenter un avantage pour une espèce particulière qu'on a montrée dans plusieurs études par exemple [125],[63],[138],[51],[148],[145]. Une différence de temps de germination seulement de quelques jours peut mener aux différences dans le destin du plant (taux de croissance, probabilité de mort), plants plus tardifs qui ont à un inconvénient.

Le temps de la rétention des graines dans le tube digestif d'un animal disséminateur est un facteur de germination très touchante. Il aide aussi à expliquer la variation des résultats obtenus parmi les espèces de la plante. Les conditions de l'environnement sous lesquels l'enregistrement de la germination ont fait aussi ont un impact sur le taux de germination : place, morphologie de la graine, âge de la graine, et la saison quand les graines sont produites. La texture de la pulpe du fruit influence aussi le temps de la rétention, comme Levey (1986) [85] a rapporté.

La capacité d'un animal d'ingérer des dimensions de la graine différentes est limitée par les dimensions de son appareil digestif, en particulier le diamètre de son œsophage. Bollen et Van Elsacker (2002) [15] a rapporté une dimension de la graine maximale de 10 mm chez

le *Pteropus rufus* Relativement la connaissance de la morphologie interne de ces mammifères endémiques malgaches n'est pas encore bien élucidé

L'effet de passage dans le tube digestif entre les zones tropicales et modérées diffère aussi le taux de la germination.

### **1.1. Germination des graines traitées de chauve-souris**

Le taux de la germination de graines dans toutes les expériences varie largement et les graines qu'on a semées sur le papier du filtre avaient le meilleur succès. C'est peut être dû au fait que *F. polita* est un arbre étrangleur qui commence à grandir habituellement sur un tronc d'autres arbres [5]. Donc, les graines semées dans le sol peuvent montrer un pourcentage plus inférieur.

L'expérience exercée sur les différents substrats a montré que les graines naturelles traitées par l'alcool à 10 % germent mieux sur le papier filtre et parmi tous les traitements elles ont relativement un taux de germination plus élevé c'est à dire un formidable succès de la germination (85 %) et c'était aussi parmi eux qui germent le premier. En outre, elles étaient les seules graines qui ont montré qu'elles peuvent germer à travers tous les traitements du sol. Cependant, quand aux graines extraites d'échantillons du fécal, les graines non stérilisées ont germé beaucoup plus que les graines naturelles. Bien que, le taux de la germination de graines du fécal n'était pas statistiquement différent de celles de graines naturelles mais le nombre de graines germées parmi les échantillons du fécal était considérablement plus élevé que les graines naturelles (mettre ici le nombre). Ce grand succès de graines de fèces a été aussi confirmé par l'expérience sous l'influence du degré de l'ombre où les graines du fécal ont germé considérablement mieux que les graines naturelles ; ainsi au point de vue de taux de germination qu'au point de vue nombre de graines germées.

Du fait que la germination des graines sur le sol dépend de plusieurs facteurs : traits chimiques du sol où les graines sont déposées et aussi sur les propriétés physiques du sol qui affectent le taux de la germination de la graine, en modifiant la pression osmotique (par exemple [42],[93],[30]) et affectent même des processus métaboliques secondairement racontés floraison et fructification surtout les fruits pigmentés [25][66]. Dans une étude récente sur *Rubus spectabilis*, quelques traits du sol (physique ou chimique) ont montré qu'ils affectent les conditions de la germination sous deux formes et aussi ceci dépend l'espèce de la graine [140]. De plus, les facteurs pathogènes du sol peuvent tuer l'embryon (par exemple [139]). En général, plus d'information est exigé pour identifier exactement quels sont les composants du sol et les

agents pathogènes qui affectent la germination de la graine. Aussi, comme on a déjà mentionné, le résultat d'épreuves qu'on a exécuté dans les boîtes de Pétri ne sont pas toujours le même d'où il serait indispensable de faire l'expérience dans des milieux plus naturels où les conditions sont aussi plus naturelles. Dans notre étude concernant l'effet du passage de la graine à travers les vertébrés sur la germination, c'est important de se rendre compte que les résultats des expériences peuvent varier considérablement, selon le type de sol où les graines sont semées.

Le grand succès de graines issues des chauve-souris-traitées a été suggéré précédemment par Picot et al. (2007) [108] que les graines de *Ficus* consommées par *Eidolon dupreanum* s'améliorent que les graines non traitées. Ils ont accompli un taux de germination de 20 % pour *F. brachyclada* et 40 % pour *F. pyrifolia* pendant qu'aucunes graines naturelles n'ont été germées. Entwistle et Corp (1997) [40] a enregistré aussi que la germination de *F. lutea* et le *F. natalensis* était plus élevée après ingestion par *Pteropus voeltzkowii* par rapport aux graines naturelles. Cependant, la germination de graine intacte de *Ficus* était considérablement inférieure à celles de graines d'éjection.

Les études sur *Eriobotrya japonica* (fruit) et *Rousettus aegyptiacus* (chauve-souris) a montré que le passage de la graine à travers le tube digestif de la chauve-souris n'a pas rehaussé le taux de germination. Cependant, le pourcentage de germination des graines issues de la matière fécale était considérablement plus élevé par rapport aux graines naturelles dans le cas d'*Eriobotrya japonica* pour d'autres espèces de *Ficus* [70]. Au sud ouest de Chine, *Rousettus leschenaulti* et *Cynopterus sphinx* possèdent le même régime alimentaire comme étant les deux espèces de la figue (*Ficus hispida* et *F. racemosa*) et les graines de ces deux espèces ont germé aussi bien que les graines naturelles (al de l'et de la Saveur forte. 2007) après ingestion de la chauve-souris. Dans le nord-ouest de l'Argentine, une étude sur la germination de la graine du *riparium* after et de *Solanum* après digestion de *Neotropical phyllostomid* (*Sturnira lilium*) a révélé que ni la vitesse ni le taux (le nombre des graines germées) de germination n'a été affecté par passage des graines à travers le système digestif de la chauve-souris [68]. Au Mexique dans la partie du sud central, les fruits de cactus sont mangés par quelques chauves-souris du *Leptonycteris phyllostomid* (*Choeronycteris mexicana* et *Artibeus jamaicensis*). Seulement une espèce de cactus (*Pachycereus hollianus*) qu'on a fait sur les sept étudié a augmenté sa germination à travers le tube digestif d'une chauve-souris. Dans les autres 6 espèces aucune succès sur l'augmentation du taux de la germination a été enregistrée [53].

A Madagascar la germination de *Polyscias*, *Psidium* et espèce *Ficus* après ingestion par *Eidolon dupreanum* a révélé qu'il y avait succès de la germination considérablement différent entre graines extraites de la matière fécale et celles de fruits frais. Le *Ficus jamaicensis* et *F.pyrifolia* ont germé seulement après passage du système digestif de chauves-souris.

Dans sa révision, Traveset (1998) [140] a souligné que la germination de la plupart de l'espèce de la graine ingéré par les chauves-souris frugivores dans les deux familles *Pteropodidae* et *Phyllostomidae* n'a pas été influencé par passage du tube digestif. Cependant, la germination a été augmentée après un trimestre, mais il n'y avait pas accélération de la vitesse de germination ; mais de grand nombre de graines germent.

Néanmoins, la plupart des études ont été menées dans les conditions de laboratoire et s'est concentré sur une gamme limitée d'espèce de la graine (exemple [135],[68], [70]. L'étude sur *Eidolon dupreanum* à Madagascar a montré que le passage à travers l'appareil digestif de la chauve-souris était nécessaire pour la germination et prospère que c'est efficace [108], bien que si c'est une réponse qui peut être changé selon les espèces *Ficus* dans toute l'île et à toutes les espèces de la chauve-souris restées non testés. Comme on a mentionné auparavant, toute influence de digestion sur la germination de la graine peut dépendre plutôt de structure de la graine que sur les processus digestifs. Donc, c'est essentiel à tester le taux de germination d'une grande gamme de graines chauve-souris-digérées trouvée en conditions naturelles pour obtenir une perspective plus fiable sur la germination de la graine affectée par le passage de l'appareil digestif. Dans le monde entier, les populations de la chauve-souris frugivore souffrent de la fragmentation d'habitat, de la persécution, et la perte de sites de perchoir convenables ; ces facteurs influencent leur comportement fourrageant et leur pouvoir de sélectionner leur alimentation [73],[86], [78],[62],[146]. Les Vieilles chauves-souris frugivores du Monde sont en voie d'extinction d'où nécessité de la conservation et protection majeure. Dans 200 des espèces qui sont décrits [131], sept espèces sont disparus, et 17 espèces sont considérées comme mise en danger [95].

## **1.2. Germination de graines sous l'influence du degré de l'ombre**

L'expérience sous contrôle de l'ombre a aussi montré que les graines grandissent mieux dans les conditions semi-ombrophile qui peut être encore dû au fait que *F.polita* commença germination entre les branches d'autres arbres (son hôte) qui sont possible d'être un

environnement plus ombragé. En revanche, les graines naturelles ont fait le mieux dans un environnement fortement ombragé, encore avec beaucoup de succès mais inférieur aux graines du fécal germées dans le milieu semi-ombrophile quand on les compare.

Malgré dans l'étude de la variation du degré de luminosité, le nombre de graines germées était plutôt faible quand on le compare avec l'expérience faite dans les boîtes de Pétri. Mais cette expérience est prise en considération au point de vue de l'efficacité de la germination car les graines ont subi l'action des prédateurs et les changements atmosphériques puisqu'elles ont été semées dehors sans protection. Par conséquent, les plants ont été exposés aux fortes pluies, aux fluctuations, à l'humidité et à beaucoup d'invertébrés qui se nourrissent de graines et des plants tandis que celles dans les boîtes de Pétri vivent dans un environnement bien préparé. Ces résultats montrent que les graines traitées issues de chauve-souris germent beaucoup mieux dans un environnement naturel que les graines non traitées. La force du plant n'a pas été comparée parmi les traitements mais il semblait que les graines extraites de fèces de la chauve-souris sont plus rapides et paraissent plus saines. Ce serait essentiel à enquêter sur ces facteurs dans les prochaines études.

Les graines extraites de crachat avaient le succès le plus faible. Dans la plupart des cas aucune germination n'a montré un taux élevé. Les graines de la régurgitation sont principalement déjà endommagées par les guêpes de la figue et perdent leurs couches gélatineuses qui normalement aident les graines à glisser en bas de l'œsophage de chauve-souris avec le jus du fruit. Cela le rend difficile à avaler et entraîne une déperdition de quelques éléments de la graine (fibre) et une décharge de la pulpe dans la forme de crachat [142]. Les conclusions semblables ont été rapportées par Picot et al. (2007) [69] qui n'ont pas accompli la germination des graines de crachat.

### **1.3. Dispersion des graines**

Les observations sur la dispersion des graines ont montré que les chauves-souris peuvent être des agents de la dispersion très efficaces. Ils introduisent fréquemment de grands groupes de plantes et transfèrent beaucoup de graines à la terre. Ils dispersent les graines au-delà de l'arbre mère dans toutes les directions et quelques-uns peuvent voyager loin avec un fruit de l'arbre de l'alimentation jusqu'à 50 m. Ils paraissent être très persistants en mangeant et en visitant un arbre aussi loin avec des fruits. Les chauves-souris rehaussent non seulement le succès de la germination en ingérant les graines mais aussi principalement dû à un fait qu'ils peuvent séparer les graines de la pulpe [64]. Le grand nombre d'alimentation sur les arbres de

la figue suggère à la fois aussi qu'ils sont les agents principaux de la dispersion de la graine pour cette espèce. Comme *F. polita* est une figue étrangleur, les chauves-souris pourraient être un bon agent de la dispersion pour la flore. Ils déposent les graines qu'ils se nourrissent ainsi dans les perchoirs. Les forêts où s'implantent le perchoir sont pleines de graines de la figue qui pourraient être trouvées sur ou sous les arbres. Cela pourra améliorer le succès de la germination de graines *F. polita* quand elles sont déposées dans le milieu favorable (sur les autres arbres). Ainsi le nombre d'arbres de la figue autour du perchoir (plus de 50) peut refléter le succès des chauves-souris dans la dispersion de la graine de cette espèce. Le Ficus est souvent décrit comme un arbre important dans les écosystèmes tropicaux car il produit des fruits plusieurs fois au cours de l'année. Par conséquent, ils sont souvent disponibles quand les autres fruits sont rares et beaucoup de frugivores dépendent d'eux pour satisfaire leur besoin alimentaire [134] [64]. Dû à son comportement étrangeur *F. polita*, les graines dispersées dans une forêt dense comme Mandena ont une haute chance de germination quand on les dépose sur les autres arbres. L'avantage des fragments de la forêt en particulier petit et intact où se trouve les espèces comme la figue à croissance rapide fournisse et assure la nourriture toute l'année des frugivores.

#### **1.4. Germination sur les différents types du sol**

Nous savons déjà que la répartition du sol à Madagascar est très diversifiée et en ce qui concerne les types de sol que nous avons étudié dans cet œuvre, on peut les trouver dans tous les 22 régions par exemple on peut rencontrer le sol sableux sur la partie littorale de l'île, le sol ferrallitique sur le haut plateau et le sol argileux on peut le trouver à la fois dans ces deux zones. D'après les résultats de notre étude, le pourcentage de la germination est plutôt faible dans le sol sableux mais ceci ne veut pas dire que le ficus ne peut pas vivre sur la région côtière, la répartition de ficus à Madagascar nous prouve qu'il peut bien s'adapter à ce milieu. Pour les deux autres types de sol, le ficus ne présente aucun problème car le taux de germination dans ces deux cas est élevé. Alors on peut imaginer que la régénération et la restauration de la forêt par les chauves-souris à Madagascar est une action cruciale et praticable car elle ne pose aucun problème en essayant dans la prochaine étude de bien déterminer son régime alimentaire en faisant beaucoup d'expériences (une sorte d'habitat artificiel) afin d'identifier tous les types de plantes consommées par cet animal et aussi de restaurer des lois rigoureuses pour bien protéger cet animal qui peut nous aider à conserver la biodiversité et de rendre notre île comme auparavant dans le domaine de la gestion forestière pour qu'elle se rétablisse.

## 2. Intérêts de cette étude

Le fruit de ce travail contribue dans plusieurs domaines à savoir :

### **2.1. Intérêt concernant l'étude des chauves-souris**

#### **2.1.1. Intérêts écologiques et économiques**

De par leur existence, les chauves-souris sont l'un des agents indispensables qui participent à la diversité biologique de la planète et à l'équilibre écologique mondial. Leurs rôles écologiques représentent aussi des services écosystémiques rendus à l'Homme.

Nous avons déjà vu que selon la classification, le chiroptère est constitué de deux familles :

- le microchiroptère qui est un insectivore et capable de produire le guano, sec et friable qui est constitué des restes d'insectes ou d'autres invertébrés non digérés (antennes, cuticules, élytres...).

Il se compose donc de matière organique riche en azote et peut être utilisé en agriculture comme engrais naturel. Dans les pays en voie de développement comme le nôtre, le guano des chiroptères peut constituer une source financière non négligeable. Naturel et de très bonne qualité, il peut être utilisé directement sur place. Mais aussi un puissant insecticide naturel qui peut réduire l'utilisation des insecticides fabriqués par des produits chimiques et le surcoût financier. Donc, elle peut aussi lutter contre le paludisme en éliminant l'agent transmetteur de la maladie. De plus, elles sont nombreuses à se nourrir d'insectes nuisibles aux cultures ou aux forêts (les criquets qui ravagent les cultures).

- Le mégachiroptère qui sont des frugivores et des nectarivores, sont aussi des acteurs primordiaux de la pollinisation en milieu tropical et équatorial. Près d'un quart des espèces de chauves-souris (près de 260 espèces) possède un régime alimentaire dépendant des végétaux. En consommant les fruits et le pollen de ces centaines d'espèces végétales, elles participent ainsi à leur reproduction et à leur conquête de nouveaux territoires. En effet, lorsqu'une chauve-souris butine, les pollens se sont déposés sur son dos et sa tête et se sont transportés vers d'autres plantes et d'autres fleurs lorsque la chauve-souris se déplace pour se nourrir du nectar d'autres végétaux. De même, quand une chauve-souris consomme un fruit ou qu'elle le déplace, les graines, les pépins ou le noyau sont dispersés : ils peuvent

être régurgités quand le fruit est décortiqué ou bien disséminés après avoir suivi le transit intestinal. La dispersion des graines possède un double avantage indispensable ; tout d'abord, elle limite les concentrations des graines près de la plante mère qui attirent les prédateurs et augmentent la compétition entre les animaux. Mais surtout, elle permet la colonisation de nouveau milieu.

Par exemple, le Ptéropus a un rôle crucial sur la dissémination des graines sur de longues distances (ex 60 km pour la nuit) ; elles avalent les graines ou les emportent puis après le transit intestinal, les graines sont déjectées par les matières fécales ou régurgitées ; ce qui les rend plus fertiles en gardant leur pouvoir. Dans ces zones tropicales et équatoriales de très nombreux végétaux sont dépendants de l'action de pollinisateur et de disséminateur des chauves-souris. C'est le cas notamment de l'ananas, le bananier, l'avocatier, les dattiers, les manguiers... Certains le sont même exclusivement, comme par exemple le baobab. Ses fleurs ne s'ouvrent que la nuit et trois espèces de chiroptères sont responsables de la pollinisation de cet arbre, dont dépendent plusieurs espèces animales et végétales.

D'un point de vue économique, Merlin D. Tuttle, un spécialiste mondial des chiroptères (et créateur du *Bat Conservation International*) estime dans un ouvrage [141] que 450 produits utilisés par l'homme, dépendent directement ou non des chiroptères. Parmi cette liste, sont cités 110 aliments ou boissons, 72 médicaments et 66 essences d'arbres utilisés en ébénisterie. Les végétaux pollinisés par les chauves-souris, peuvent représenter, à travers ces produits, une valeur économique importante pour certaines régions du monde par exemple dans le cas de la pollinisation des agaves et des grandes cactées. Ces deux plantes jouent un rôle très important dans l'économie car elles sont la source de deux alcools comme le Tequila et le Mescal [7]. Les rôles écologiques joués par les chauves-souris sont donc essentiels : pollinisatrices de plusieurs centaines d'espèces végétales dans les milieux tropicaux, restauration et régénération de la forêt elles participent à la régulation des populations d'insectes à travers le monde.

La nuit venue, elles prennent ainsi le relais des oiseaux et des autres insectivores diurnes. Mais au-delà de ces services rendus, leur conservation se justifie pleinement du fait de leur contribution à la diversité biologique de notre patrimoine. Elles sont néanmoins de plus en plus menacées.

### **2.1.2. Principales menaces**

Soumises à des menaces naturelles comme tout être vivant, les chauves-souris font également l'objet d'actions anthropiques négatives. Parmi ces menaces, il y a les dangers naturels comme les prédateurs, le climat et la principale menace c'est l'homme.

### **2.1.3. Protection**

Les chauves-souris font également l'objet de protections réglementaires ou conventionnelles comme les être vivants qui jouent un rôle primordial dans le maintien de l'équilibre écologique.

## **2. 2. Intérêt concernant le Ficus**

En tant qu'un arbre qui tient une grande place dans le domaine socioculturelle à Madagascar les figuiers sont parfois considérés comme des espèces clés pour les communautés d'animaux consommateurs de fruits. Il assure et satisfait la nourriture des animaux surtout en période de rareté des fruits en raison de leur mode de fructification asynchrone. Le figuier est comestible et remplit plusieurs fonctions. Il constitue un appoint alimentaire sous forme de fruits et de feuilles, plus du fourrage, des haies vives et de bois de chauffage et comme réserve de nourriture pour les oiseaux et les mammifères. Il soutient beaucoup de chauves-souris en lui fournissant ses fruits pendant toute l'année pour assurer leur nourriture et leur importante activité. Il présente aussi des intérêts médicaux : phytothérapie, intérêt industriel, et surtout dans le domaine de recherche scientifique sur sa biologie, sa physiologie et sa phénologie. Le latex a été utilisé pour faire du chewing-gum et sert comme colle.

L'intérêt suscité par certaines espèces de Ficus pour les populations animales et humaines aura contribué à l'extension de leurs aires de distribution. Dix-huit des espèces étudiées du genre Ficus sont utilisées par les populations.

L'interaction entre les guêpes pollinisatrices des figuiers et les fruits de cet arbre est très particulière car il y a une action de commensalisme : les larves des autres insectes non pollinisateurs exploitent ces fruits pour s'y développer. Toutes ces utilisations tendent à créer des galles au niveau des figues, et/ou relèvent de plusieurs types de comportements comme l'inquilinisme, le cleptoparasitisme, ou le parasitisme.

### **2. 3. Intérêt concernant le sol**

Bien que le systématique du sol à Madagascar nous induit à connaître sa formation, sa nature, et par le biais de l'analyse au laboratoire il n'est pas difficile de décrire la propriété physico-chimique du sol afin de déterminer leur répartition dans toute l'île et leur utilité selon les différents types de région. En effet, le sol ne reste plus comme un support des êtres vivants mais aussi un compartiment de stockage des éléments chimiques et participe beaucoup au développement et à l'amélioration de l'environnement. Le taux de germination élevé dépend beaucoup de sa composition chimique et son propriété physique.

### **2. 4. Intérêt pédagogique**

Ces trois intérêts que nous avons cités ci-dessus convergent tous leur branche bénéfique et pertinente vers l'amélioration, l'innovation et la concrétisation de la méthode pédagogique. Donc c'est un meilleur document pour la transmission de savoir en aidant les étudiants de l'Université à approfondir de mieux en mieux leur recherche en biologie animale et végétale, en pédologie et surtout en écologie. Non seulement, pour les étudiants Universitaires mais aussi pour les enseignants et les élèves de l'établissement secondaire.

Ce manuel peut enrichir la connaissance et on peut l'exploiter pour la leçon d'Écologie en classe de seconde : «Interrelation entre les êtres vivants sur leur milieu», pour la leçon de géologie et la biologie végétale en classe de troisième : «l'étude du sol», «la reproduction sexuée d'une plante à fleur», pour la leçon de biologie animale et végétale en classe de sixième : «étude d'un animal vertébré selon leur régime alimentaire», «la germination des graines».

Pour montrer l'efficacité de ce document, nous proposerons une fiche de préparation de la classe de seconde concernant «l'interrelation des êtres vivants avec leur milieu».

## FICHE DE PREPARATION

**Matière :** SVT

**Classe :** Seconde

**Leçon :** Ecologie

**Durée :** 2 heures

**Titre :** Les êtres vivants et leur milieu

**Sous-titre :** La chaîne alimentaire **Effectif :**

**Objectif général :** L'élève doit être capable de définir l'écosystème, la biocénose, le biotype ainsi que l'interdépendance des êtres vivants avec leur milieu : le réseau trophique avec les éléments qui constituent ce processus et de réaliser des interprétations.

**Pré requis :** en classe de sixième notion de la chaîne alimentaire ; en classe de cinquième la classification des être vivants En classe de quatrième la photosynthèse.

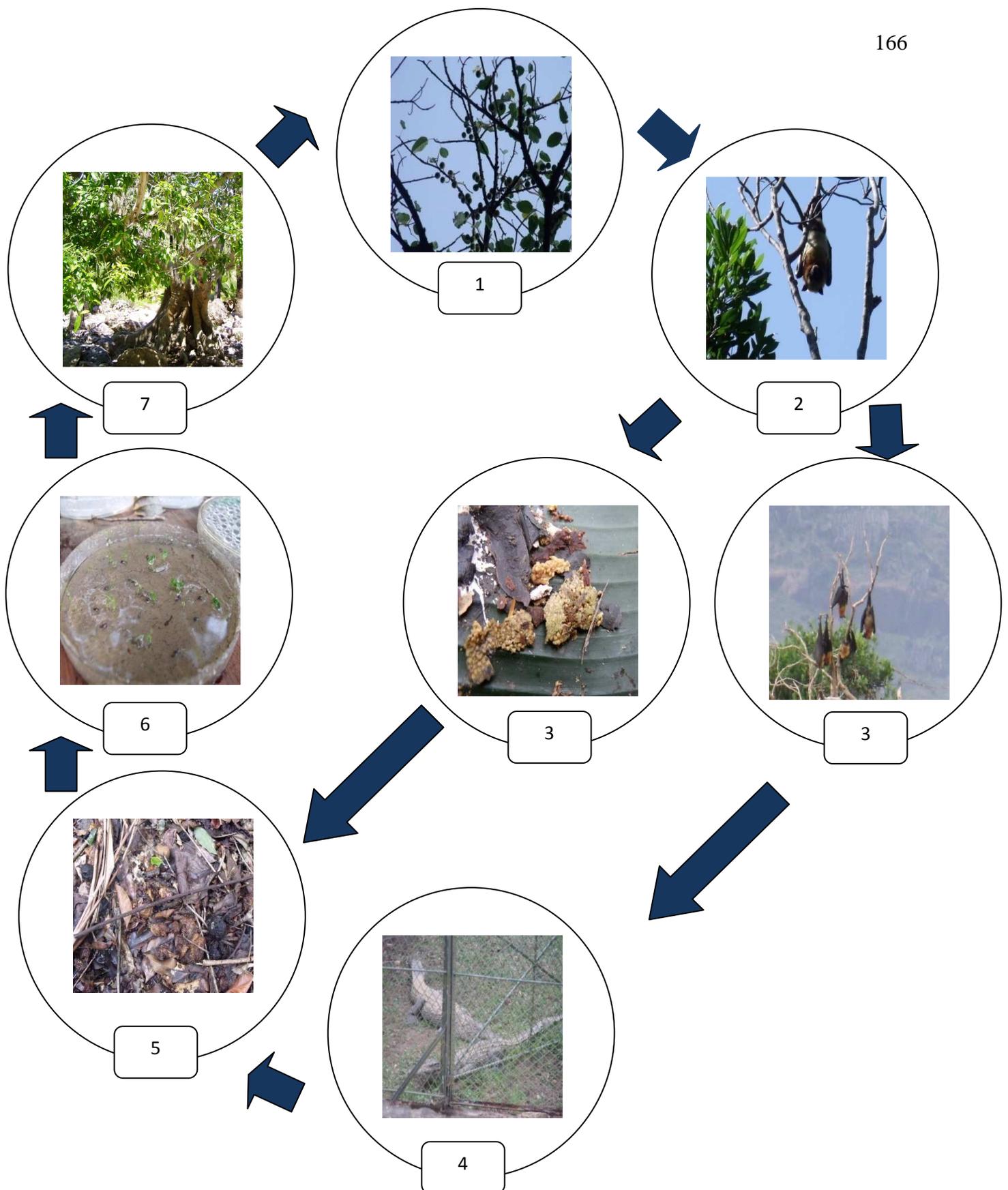
**Documentation :** - J-C CHABOT et al ; 1987 ; *La vie et la terre, classe de seconde* ; éditions Casteilla – 25, rue Monge, 75005 Paris

- RAMANGANIRINA M.I. ; 2013 ; *L'interaction entre la faune- la flore-le sol sur la régénération de la forêt à Madagascar* ; Mémoire de CAPEN ; ENS ; Antananarivo ; 130 p.

Timing	Objectifs spécifiques	Contenus	Stratégies	Observations
	L'élève doit être capable de distinguer les éléments de l'écosystème	1°/- Définition de quelques termes 1-1°/- définition de la biocénose 1-2°/- définition de biotope 1-3°/- définition de l'écosystème	Observation sur terrain, recherche des traces avec méthode participative : Inciter les élèves à répondre aux questions guides.	Les questions guides vont les orienter à trouver la façon de formuler la définit
	L'élève est capable d'identifier les rôles de chaque élément et leur ordre chronologique dans cette chaîne.	2°/-Rappel sur la notion de chaîne alimentaire 2-1°/- les éléments qui participent aux réseaux trophiques : -Végétaux chlorophylliens : 1, Ficus, producteurs primaires -Animaux phytophages : 2, le chiroptère (la chauve-souris : Pteropus rufus), consommateur de premier ordre. - Animaux carnivores et défécation des animaux frugivores : 3 consommateur de second ordre. -Animaux omnivores et les graines	Projection de diaporama ou des photos prises par l'auteur pendant l'étude sur terrain.	Concrétiser cette chaîne alimentaire avec les éléments familiers aux élèves.

		<p>issues des matières fécales : 4 consommateur de troisième ordre.</p> <p>- Cadavres des animaux omnivores et des matières organiques issues des matières fécales : 5 enrichissent le sol Et le rend plus fertile.</p> <p>-Germination des graines issues des chauves-souris sur le sol : 6</p> <p>- les plantules deviennent des grands arbres adultes et forment la forêt qui est une biocénose. Le sol sous forêt est riche en matière organique et matière minérale qui assure la nutrition et le développement du Ficus et ainsi de suite la chaîne alimentaire se poursuit.</p> <div data-bbox="558 806 861 1097" style="text-align: center;"> <pre> graph TD     1((1)) --&gt; 2((2))     2 --&gt; 3((3))     3 --&gt; 4((4))     4 --&gt; 5((5))     5 --&gt; 6((6))     6 --&gt; 7((7))     7 --&gt; 1 </pre> </div> <p>2-2°/ Définition de la chaîne alimentaire.</p> <p>2-3°/ Interprétation de leur interdépendance.</p> <p>2-4°/Application : exercer les élèves à rétablir une chaîne alimentaire de leur choix.</p>	<p>A partir de ce cycle savoir analyser et interpréter leur interdépendance</p>	
--	--	---	---	--

Les photos utilisées pour concrétiser ce cycle :



*Figure 61 :Chaîne alimentaire*

Ces photos ont été prisesdurant l'étude sur terrain à Fort-dauphin.

## Conclusion :

---

Dans les décennies récentes, il y a eu beaucoup d'études d'aspects écologiques et évolutionnaires des animaux frugivores sur la dispersion de la graine, en prospectant des différents habitats et couvrir une gamme de latitudes (par exemple [67],[71],[41],[75],[147],[41]). Cependant, la capacité de la germination de graines après avoir traversé le tube digestif d'un animal est un de ces aspects qui incite et attire l'intention des chercheurs scientifiques, bien que c'est important de comprendre l'évolution d'interactions de plante-frugivore, sol-frugivore et plante-sol. Les animaux phytophages sont évidemment dépendant des végétaux dont ils se nourrissent, mais ces végétaux aussi ont besoin des animaux pour leur reproduction ; dans ce cas, les chauves-souris interviennent dans la pollinisation de certaines plantes et on les appelle Chiropterophiles et prennent aussi part sur la dissémination des graines Chiroptérochores. Des adaptations mutuelles étonnantes se sont ainsi établies entre les végétaux et les Chiroptères. On a connu, qu'il y a eu 1/4 des espèces de chauves-souris (près de 260 espèces) qui se nourrissent de 145 genres d'arbres fruitiers y compris le Ficus polita et 30 familles de plantes. Selon la saison, les chauves-souris n'exploitent pas les mêmes arbres. Le Kapokier, le Baobab en sont deux bons exemples qui dépendent exclusivement des chauves-souris. Les fleurs de ces deux arbres ne s'ouvrent que la nuit et se fanent à l'aube et ce sont les chauves-souris qui favorisent sa pollinisation. L'amélioration de la germination, c'est-à-dire une augmentation du taux de germination a été considérée comme un des principaux avantages d'ingestion de la graine par les animaux frugivores [80] [68].

Le type de substrat dans lesquels les graines germent a aussi montré son influence sur la variation du taux de germination. Les graines issues des chauves-souris préfèrent mieux le sol argileux par rapport aux deux autres, mais la différence de cette préférence n'est pas plus atténué entre le sol argileux et celui du sol ferrallitique ; mais plus retentissante pour le sol sableux. D'après l'analyse et l'observation de notre expérience, on peut dire que par ses propriétés et sa nature, le sol exerce un effet positif et aussi négatif sur le succès et la réussite de la germination des graines. Les estimations mondiales dans les différents écosystèmes montrent l'importance du sol en tant que compartiment de stockage assure la survie des êtres vivants. Les stocks de C et autres éléments chimiques ont été synthétisés par le type de sol et par l'association sol-végétation afin de pouvoir les spatialiser et les identifier. Plus récemment, l'intérêt de l'étude des sols s'est porté sur la réduction de la dégradation des

sols liée à l'érosion diffuse et aux pratiques de défriche-brulis [121] ; mais actuellement, cette étude s'étend et est nécessaire pour la restauration de la forêt, pour mieux connaître les êtres vivants qu'il comporte et qui lui rend plus productif et plus important pour le maintien de l'équilibre de l'écosystème. Il ya eu une action réciproque entre le sol et l'animal, le fait que l'animal rejette sa défécation sur le sol, ce dernier devient plus rentable et plus productif ; dans ce cas on ne peut pas négliger l'impact de la matière fécale fraîche qui détruit la végétation préexistante mais quand elle est sèche elle peut engendrer un nouveau territoire pour les graines digérées en faveur du caractère du sol. On peut en conclure alors que l'interaction entre ces trois éléments est cruciale, complémentaire qu'on doit entretenir ; et peut mettre en exergue de nouvelle vision sur la régénération de la forêt à Madagascar même si nous n'en avons utilisé qu'une seule plante et trois types de sol.

Les résultats obtenus sur le milieu naturel, sous condition naturelle aussi montrent l'efficacité de la germination des graines des chauves-souris qui vérifie que le *Ficus polita* est un arbre étrangleur puisque leur graine peut germer bien sous le milieu semi-ombrophile c'est qui se ressemble à son lieu de germination sous la canopée de son arbre hôte. Est-ce-que les plantes issues des animaux frugivores sont-elles forte et saine, possèdent-elles une durée de vie longue? Est-ce qu'on peut imaginer que notre recherche nous induit à espérer que quelque soit la plante et quelque soit le type de sol le taux de germination est toujours un succès et efficace avec les animaux phytophages? Est-ce-que c'est efficace si on essaie de prévoir une niche artificielle pour les chauves-souris afin qu'elles peuvent exécuter mieux leur rôle?

## Bibliographie :

---

1. ANDRIAFIDISON D, ANDRIANAIVOARIVELO R, RAMILJAONA O, RAZANAHOERA M, MACKINNON J, JENKINS R and RACEY P ; 2006 B.Nectarivory by endemic Malagasy fruit bats during the dry season. *Biotropica*, pp.85–90
2. ANDRIANDAFISON D, ANDRIANAIVOARIVELO R A, JENKINS R, RAMILJAONA O, RAZANAHOERA M, MACKINNON J and RACEY P ; 2007. Nectavory by endemic Malagasy frit bets in the dry season. *Botropica*, pp. 38-85-90.
3. ANDRIANDAFISON D, RACEY P and JENKINS R ; 2007. Diet, reproduction and roosting habits of the Madagascar free-tailed bat, *Otmops madagascariensis* Dorst, (Chiroptera: Molossidae). *Acta Chiropterologica*, pp. 9-445-450.
4. ANDRIATSIMIHETRY R, GOODMAN S, RAZAFIMAHATRATRA R, MARQUARD M and GANZHORN J ; 2009. Seasonal variation in the diet of *Galididieri Wozencraft, 1986* (Carnivora: Eupleridae) in a sub-arid zone of extreme south-western Madagascar. *Journal of Zoology*, pp. 279-410-415.
5. ARBONNIER ; 2004.Arid region plants. *Quae* ; 573p
6. ARCHER, A, 1977. Results of the Winifred T. Carter Expedition 1975 to Botswana, Mammals Chiroptera. *Botswana Notes and Records*, pp. 9-145-154.
7. ARTHUR L et DEMAISE M ; 2005.Royal botanique garden ;79p
8. ATSUSHI N et Kazumitsu K ;2007. The role of Orii's flying-fox (*Pteropus dasymallus inopinatus*) as a pollinator and a seed disperser on Okinawa-jima Island, the Ryukyu Archipelago ; Japan ; pp. 405-414.
9. BACHELIER G ; 1963 et 1978 La vie animale dans les sols ; ORSTOM ; Paris ; 279p.
10. BAGNOULS et GAUSSEN, (1957) :*Les climats biologiques et leur classification géographique*. XXVI 335, pp 183-220.
11. BAYLISS J and HAYES B ; 1999. *The status and distribution of bats, primates and butterflies from Makira Plateau, Madagascar Unpublished report to Fauna and Flora International.*
12. Berg C ; 1986. *The Ficus species (Moraceae) of Madagascar and the Comore Islands. Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle ; Paris (4) ;pp. : 17-55.*

13. BESAIRIE H ;1973. *Précis de Géologie malgache ; Annales géologiques de Madagascar* ; Services des Mines; pp. 1-142.
14. BIED CHARRETON M., BONY ALLOT J., DANDOY G., DELENNE M., HUGOT B., PELTRE P., POMART E., PORTAIS M. RAISON J.P. et RANDRIANARISOA J. ; 1981 ; Cartes des conditions géographiques de la mise en valeur agricole de Madagascar ; ORSTOM ; Paris ; 196p.
15. BOLLEN A and VAN ELSACKER L ; 2002. *Feeding ecology of Pteropus rufus in the littoral forest of Sainte Luce, SE Madagascar. Acta Chiropterologica, pp. 33-47.*
16. BOLLEN et DONATI ; 2006.*Conservation status of the littoral forest of south-eastern Madagascar ; 156p*
17. BONNEAU MetSOUCHIER B ; 1979. *Pédologie 2. Constituants et propriétés du sol* ; Masson ; Paris ; 459 p.
18. BROOKE et SPEAKMAN ; 1998. *Fruit bat studies: Pteropus samoensis and Pteropus tonganus 1995-96. Biological Report. American Samoa: Department of Marine and Wildlife Resources. pp 338-350*
19. BROSSET A., 1966. *La biologie des chiroptères. Masson et Cie. Paris. 240p.*
20. CARROLL Bryan ; *CHIROPTERA Mad 327, Conservation of westery Indiau Ocean fruits Bats*
21. CHATEUN ; 1972 et 1974. *Forêts sauvages pour une culture de la nature. 48p*
22. CHAUVES SOURIS en Images – vidéos – Terra Nova – Fichiers
23. CHEKE A et DAHL J ; 1981. *The status of bats on western Indian Ocean Islands, with special reference to Pteropus. Mammalian, pp. 205-238*
24. CHENERY ; 1948
25. CORLETT et PRIMACK ; 2011.*Tropical rain forest .326p*
26. COURTZ S ; *CHIROPTERA Gd 9, General behavior and social interaction in a group of Livingstone's fruit bats.*
27. COX, P. A., T. ELMQVIST, E. D. PIERSON, AND W. A. RAINEY. 1991. Flying foxes as strong interactors in South Pacific island ecosystems: A conservation hypothesis. *Conserv. Biol.* pp 448–454
28. DECARY R. ; 1946. *Plantes et Animaux utiles de Madagascar en 1946. Annales du Musée Colonial de Marseille ; GE série ; 4<sup>e</sup> volume ; 234 p.*

29. DECARY ; 1931. *Notes géologiques sur l'Extrême Sud de Madagascar- Bull de l'Académie Malgache ; tome XIV.*
30. *Degradation of natural resources ; pp. 88-109*
31. DOLLAR L, GANZHORN J and GOODMAN S ; 2006. *Primates and other prey in the seasonally variable diet of Cryptoprocta ferox in the dry deciduous forest of western Madagascar. In: Primate anti-predator strategie, eds. S. L. 63-76*
32. DORST J ; 1947. *CHIROPTERES, Essai de détermination de chauve-souris Malgache. Capture de Myzopodo les naturalistes Malgaches ; tome IV, fascicule 2*
33. DORST J ; 1947. *Les chauves souris de la faune Malgache. Bulletin Muséum National d'Histoire Naturelle, série 2, pp. 306-313*
34. DUCHAUFFOUR P ; 1983. *Pédologie 1. Pédogénèse et classification; MASSON ; Paris ; 2<sup>ème</sup> édition ; 491 p.*
35. EGER J ; 1996. *CHIROPTERA Mad 327, Biography of the bats of Madagascar.*
36. EGER J and MITCHELL L ; 2003. *CHIROPTERES Mad 364, bats, Natural history of Madagascar ; pp. 1287-1298.*
37. ENTWISTLE, AC. AND CORP, N., 1997, The diet of *Pteropus voeltzkowi*, an endangered fruit bat endemic to Pemba Island, Tanzania. *African Journal of Ecology*, **35**, 351-360
38. ESTRADA et FLEMING ; 1986. *Frugivores and seed dispersal. Flemming, Theodore H. 392p*
39. EVENARI ; 1949. *Germination inhibitors. 323p*
40. FENTON M, TAYLOR P, JACOBS D ; *Researching little-known species: The African at Otomops martiensseni. Biodiversity and Conservation, pp. 1583-1606.*
41. FLAMAND ET HEITHAUS, 1981. *Frugivory by Malagasy bat ; p. 1205.*
42. FLEMING, TH. AND HEITHAUS, ER., 1981, Frugivorous bats, seed shadows, and the structure of tropical forests. *Biotropica*, **13**, 45-
43. FUJITA M AND TUTTLE M ; 1991, *Flying Foxes (Chiroptera : Pteropodidae) : Threatened Animals of Key Ecological and Economic Importance. Conservation Biology ; pp. 455-463.*
44. GAETAN R; 2011. *Suivi National des Chauves-Souris Communes. Mémoire master 2 Professionnel : Biogeo - Espace Et Milieux ; Université Paris Diderot ; 143 p.*
45. GANZHORN J, GOODMAN S, RAMANAMANJATO S ; 2000. : *Mémoire de la société de Biogéographie : Vertebrate species in fragmented littoral forest of Madagascar in Divassitie et endomisme à Madagascar ; Paris ; pp. 155-156.*

46. GANZHORN J, LOWRY II P, SCHATZ G et SOMMER S ; 2001. *The biodiversity of Madagascar : one of the world's hottest hotspots on its way out* ; 348 p.
47. GOBAT J et al. et PONGE J ; 2003. Le sol vivant : bases se pédologie et biologie des sols ; Gérer l'environnement. Presses polytechniques romandes ; Lausanne ; 523p
48. GODINEZ A et VELIENTE ; 1998 Germination and early seedling growth of Tehuacan Valley cacti species: the role of soils and seed ingestion by dispersers on seedling growth. *Journal of Arid Environments*, **39**, 21–31
49. GOODMAN S and JONATHAN P ; 2003. *The Natural History of Madagascar*.345p.
50. GOODMAN S AND RANIVO J ; 2009. *The geographical origin of the type specimens of *Triaenops humbloti* and *T. rufus* reputed to be from Madagascar and the description of a replacement species name. *mammala* ; pp.47-55.*
51. GOODMAN S ; *Madagascar Sud-Est Andohaëla*
52. GOODMAN S ; 1999. *CHIROPTERA Pf2,Reserves Naturels d'Andohaëla* ; pp. 251-257.
53. GOODMAN S, 1999. Enquête auprès du Service Energie et Mines Taolagnaro de Novembre 2005 ; (Source : Enquête Agricole de base Campagne 1998-1999, D.P.E.E Mars 1999)
54. GOODMAN S, LANGRAND O, AND RAXWORTHY C ; 1993. *The food habits of the Barn Owl *Tyto alba* at three sites on Madagascar* ; pp. 160-171.
55. GORCHOV et al 1993, The role of seed dispersal in the natural regeneration of rain forest after strip-cutting in the Peruvian Amazon. *Vegetation*, **107**, 339-349
56. GUMAL MT., 2004, Diurnal home range and roosting trees of a maternity colony of *Pteropus vampyrus natunae* (Chiroptera: Pteropodidae) in Sedilu, Sarawak. *Journal of Tropical Ecology*, **20**, 247–258
57. HEER et al. ; 2010, Effects of ingestion by neotropical bats on germination parameters of native free-standing and strangler figs (*Ficus* sp., Moraceae). *Oecologia***163**, 425-435
58. IUDICA et BONACCORSO ; 1997,Feeding of the bat, *Sturnira lilium*, on fruits of *Solanum riparium* influences dispersal of this pioneer tree inforests of northwestern Argentina.*Stud Neotrop Fauna & Environm*, **32**, 4–6
59. IZHAKI I., KORINE, C. AND ARAD, Z., 1995, The effect of bat (*Rousettus aegyptiacus*) dispersal on seed germination in eastern Mediterranean habitats. *Oecologia* , pp 335-342
60. JANZEN ; 1983. Janzen DH (1982) Simulation of *Andira* fruit pulp removal by bats reduces seed predation by *Cleogonus* weevils. *Brenesia* pp 165-170

61. JARIALA/ONE ; 2006. *Profil Environnemental Region Anosy.* ; 122 p.
62. JENKINS R, ANDRIAFIDISON D, RAZAFIMANAHAKA H, RABEARIVELO A, RAZAFINDRAKOTO N, RATSIMANDRESY Z, ANDRIANANDRASANA R, RAZAFIMAHATRATRA E ET RACEY P ; 2007. *Not rare, but threatened : the endemic Madagascar flying fox Pteropus rufus in a fragmented landscape* ; Oryx 41 ; pp. 263–271
63. JOO J. ; 1965. Etude géologique et prospection de la feuille au 1/100 000 Fandriana ; Service géologique ; 31p.
64. KOFOKY A, ANDRIAFIDISON D, RATRIMOMANARIVO F ; 2007. *Habitat use, roost selectino and conservation of bats in Tsingy de Bemaraha National Park Madagascar. Biodiversity and conservation, pp. 1039-1053.*
65. LANGRAND O, and GOODMAN S ; 2010. *Liste des noms venaculzires en langue française des espèces de chauve-souris de Madagascar. Malagasy Nature, pp. 49-54.*
66. LASKA ; 1990.
67. LEHMAN S. M., RATSIMBAZAFY J., RAJAONSON A. et DAY S. ; 2006 ; Ecological correlates to lemur community structure in southeast Madagascar ; International journal of Primatology ; Vol 27 ; n°4 ; p 1023-1040
68. LEVEY ; 1990 Seed size and fruit-handling techniques of avian frugivores. Am Nat p129
69. LOBOVA et al. ; 2003. 2003, *Cecropia* as a food resource for bats in French Guiana and the significance of fruit structure in seed dispersal and longevity. *American Journal of Botany*, 388-403
70. LONG E and RACEY P ; 2007. *An exotic plantation crop as a keystone resource for an endemic megachiropteran in Madagascar. Journal of Tropical Biology ; pp. 397-407.*
71. MACKINNAN J ; 1999 ; Racey – *Pteropotidae- Fruit Bat*
72. MACKINNON J, HAWKINS C and RACEY P ; 2003. *Pteropodidae, Fruit bats, Fanihy, Angavo. In The Natural History of Madagascar ; The University of Chicago Press, Chicago ; ISBN- 0226303063 ; pp. 1299-1303.*
73. MAIGNIEN & DABIN. B (1979) : Les principaux sols d’Afrique de l’Ouest et leurs potentialités agricoles. Cah. ORSTOM, Ser. Pédol., Vol XVI, n°4 pp 235-
74. MANOU P ; 1994. *Forêt Akon’ny ala Gestio de forêt tropicale* ; p. 301

75. MEFT, 2009. *Evolution de la couverture des forêts naturelles à Madagascar 1990, 2000 et 2005* ; 67 p.
76. MICKLEBURGH et al. ; 1992.
77. MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DE L'ELEVAGE ET DE LA PECHE ; 2003. *Monographie de la région d'Anosy*. 94 p.
78. MOURCEAUX ; 1956. *Recherches biochimiques des carences des quelques sols Malgaches- Bulletin de l'Académie Malgache* ; Tome XXXIV.
79. MURPHY et al. ; 1993.
80. MUSCARELLA et FLAMAND ; 2007. *The role of frugivorous bats in tropical forest succession. Biological Reviews*, pp 573-590
81. NACHINNAN J ; *CHIROPTERA Mad 364 – Pteropodidae*
82. NADAMA ; 2006 Influence de trois modes de gestion des sols sur le profil de la macrofaune du sol en parcelles cotonnières paysannes au nord Cameroun ; Mémoire en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome ; Faculté d'agronomie et des sciences agricoles ; Département de protection des végétaux ; Dschang ; 54p.
83. NAKAMOTO et al. ; 2009. *The role of Orii's flying-fox (Pteropus dasymallus inopinatus) as a pollinator and a seed disperser on Okinawa-jima Island, the Ryukyu Archipelago. Ecology Research*, pp 405–414
84. OLSSON A, EMMET D, HENSON D and FANNING E ; 2006. *Activity patterns and abundance of microchiropteran bats at as a cave roost in south-west Madagascar. African Journal of Ecology* ; pp. 401-403.
85. PERNET ; 1954. *Influence des groupements végétaux sur l'évolution du sol*. Tomes XXXII ; p. 82-86
86. PERRIER DE LA BATHIE H., 1928. *Les Ficus de Madagascar*
87. PERRIER DE LA BATHIE H., LEANDRI J ; 1952. *Moracees, Flore de Madagascar et des Comores* ; Paris ; 766 p.
88. PETERSON R, EGER J and MITCHELL L ; 1995. *Chiroptères. Faune de Madagascar* ; Muséum national d'Histoire naturelle ; Paris ; 204 p.
89. PICOT M, JENKINS R, RAMILJAONA O, RACEY P and CARRIERE S ; 2007, *The feeding ecology of Eidolon dupreanum (Pteropodidae) in eastern Madagascar. African Journal of Ecology* ; pp. 645–650.
90. PIGNET et FERRAUD ; 1899. *Contribution à l'étude minéralogique de Madagascar* ; 3<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> volume ; pp. 87-96.

91. PONT S and ARMSTRONG J ; 1990. *A study of the bat fauna of the reserve naturelle integrale de Marojejy in north east Madagascar. University of Aberdeen.*
92. RABEMANANTSOA J.D. ; 2010. ; Etude typologique de la Macrofaune du sol : Cas de la commune Fenoarivo, Antananarivo Atsimondrano ; Mémoire de fin d'étude en vue d'obtention du diplôme d'ingénieur agronome ; Département élevage ; ESSA ; Antananarivo ; 53p.
93. RAHAJARITOMPO ; 2004.**RAHAJAHARITOMPO, R.L. (2004) : Gestion de la fertilité et de la fertilisation phosphatée des sols ferrallitiques des hautes terres de Madagascar.** Th. Doct. D'Etat es Sci. Nat. Univ. D'Antananarivo, Fac. Sci., 199 p.
94. RAHARINANTENAINA I, KOFOKY A, MBOHOAHY T, ANDRIAFIDISON D and JENKINS R ; 2008. *Hipposideros commersoni roosting in trees in littoral forest, south western Madagascar. African Bat Conservation news ; pp. 2-4.*
95. RAHERIARSENA M ; 2005. *Régime alimentaire de Pteropus rufus dans la Région sub-aride du sud de Madagascar. Revue d'Ecologie ; pp. 255-264.*
96. RANIVO J and GOODMAN S ; 2006. *Réservation taxinomique des Triaenops malgaches. Zoosystema, pp. 963-985.*
97. RANIVO J and GOODMAN S ; 2007. *Variation géographique de Hipposideros commersoni de la zone sèche de Madagascar. Verhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg, neues folge, pp. 33-56.*
98. RASAMBAINARIVO J et RANAIVOARIVELO N ; 2003. *Les sols de Madagascar ; Orostrom ; 56 p.*
99. RASOMA J and GOODMAN S ; 2007. *Food habits of the Barn Owl in spiny bush habitat of arid southwestern Madagascar. Journal of Arid environment, pp. 229-244.*
100. RASPLUS J ; 2002. *Malagasy Ficus. TBA ; 83 p.*
101. RATRIMOMANARIVO F, GOODMAN S, HOOSEN N, TAYLOR P and LAMB J. ; 2009. *Morphological and genetic variation in Mormopterus jugularis in different bioclimatic regions of Madagascar with natural history notes. Mammalian, pp. 110-129.*
102. RATRIMOMANARIVO F, GOODMAN S, HOOSEN N, TAYLOR P and LAMB J ; 2008. *Morphological and molecular variation in Mops leucostigma of Madagascar and the Comoros: Phylogeny, phylogeography and geographic variation. Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum, pp. 57-101.*
103. RIQUIER ; 1952. *Cartes d'utilisation des sols ; pp. 85-87.*

- 104.ROBINSON J, D'CRUZE N, DAWSON J and GREEN K ; 2006. *Bat survey in Montagne des Français, Antsiranana , northern Madagascar . african Bat conservation News pp. 8-12.*
- 105.ROLLET B ; 1983. *Régénération naturelle dans les trouées, un processus général de la dynamique des forêts tropicales humides. Bois et Forêts des tropiques ; n° 201 ; pp. 3-34.*
- 106.ROSS & HARPER ; 1972
- 107.RUSS J, BENNETT D, ROSS K and KOFOKY A ; 2003. *The bats of Madagascar: A field guide with descriptions of echolocation calls. Viper Press. Glossop, U.K.*
108. SATO et al. ; 2008. *Frugivoria de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em Cecropia pachystachya (Urticaceae) e seus efeitos na germinacao das sementes. Journal of Zoology, pp 19-26*
- 109.SHILTON L, ALTRINGHAM J, COMPTON S And WHITTAKER R ; 1999. *Old World fruit bats can be long-distance seed dispersers through extended retention of viable seeds in the gut. Proceedings of the Royal Society ; London 266B, pp. 219-223.*
- 110.SIGHINOLFI et al. ; 1973. *Propriétés des sols ferrallitiques. pp. 130.*
111. SIMMONS N ; 2005. *Order Chiroptera in Mammal species of the World: a taxonomic and geographic reference ; 3rd edition (Wilson, DE. and Reeder, DM., eds.) ; Johns Hopkins University Press ; Baltimore ; pp. 312–529.*
112. TANG et al. ; 2007. *Effect of ingestion by two frugivorous bat species on the seed germination of Ficus racemosa and F. hispida (Moraceae). Journal of Tropical Ecology, pp 125–127*
- 113.THE DODO JOURNAL; 1997. *CHIROPTERA Gn 9, Capture and Survey of living.*
- 114.The University of Chicago Press Chicago and London ; *Ficus Polita ; pp. 325-326-327-328-334.*
115. TRAVESET & WILLSON ; 1998. *Effect of seed passage through vertebrate frugivores' guts on germination: a review. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics, 1, 151–190*
116. TUTTLE M ; 1988. **Tuttle, M.D.** 1988. *America's neighborhood bats.* University of Texas Press. Austin, Texas.96 p.
117. UTZURRUM H ; 1991. *Janzen DH (1982) Simulation of Andira fruit pulp removal by bats reduces seed predation by Cleogonus weevils. Brenesia 19/20:165-170*

118. VINCCEHETTE M, RANDRIHASIPARA L, RAMANAMANJATO J, LOURY P ;  
*Mining and Environmental conservation : the case of QUT Madagascar Minerals in the south-east* 1535 *Ficus* ; p. 322-334.
119. WEBB et TIDEMANN ; 1996. Mobility of Australian flying-foxes, *Pteropus* spp. (Megachiroptera): evidence from genetic variation. *Proceedings of the Royal Society, London*, pp 497-502
120. WILLSON ; 1992. *The flying foxes Pteropus samoensis and Pteropus tonganus: status in Fiji and Samoa. In Paci@c Island flying foxes: Proceedings of an international conservation conference.* Wilson, D. E. & Graham, G. L. (Eds). US Fish Wildl. Ser. Biol. pp 74-101.
121. ZIMMERMAN & WEIS ; 1984.

### **Webographie :**

55. [http://www.figweb.org/figs and fig waps/index htm](http://www.figweb.org/figs_and_fig_waps/index.htm)
56. <http://enmp.free.fr/gcmp.htm>
57. <http://www.centre.ecologie.gouv.fr>
58. <http://www.ecologie.gouv.fr>
59. <http://www.gcprovence.org>
60. <http://www.gmb.asso.fr>
61. <http://www.larousse.fr/encyclopédie/-6422-image/roussette/1005773>
62. <http://www.mnhn.fr>
63. <http://www.museum-bourges.net>
64. [http://www.nature.com/n\\_commos/journal/v\\_2/n\\_12/pdf\\_ncomms\\_1582.pdf](http://www.nature.com/n_commos/journal/v_2/n_12/pdf_ncomms_1582.pdf)
65. <http://www.onf.fr/FORET/faune/chauves-souris/index.htm>
66. <http://www.parc-gatinais-francais.fr>
67. <http://www.porta.org>
68. <http://www.seine-et-marne.fr>
69. <http://www.sfepm.org>
70. <http://www.ville-ge.ch/musinfo/mhng>
71. <http://agroecologie.cirad.fr>
72. <http://www.mabiodiv.cnrs>  
<http://www.researcherid.com>
74. <http://www.larousse.fr/encyclopédie/image>

75. <http://www.onf.fr/FORET/faune/chauves-souris/index.htm>

# Annexe :

---

## 1. Annexe 1 : Tableaux

*Tableau LXVII : Récapitulatif des graines par ordre de mérite*

NS1 :	218	Papier filtre, graines stérilisées
F1 :	205	Papier filtre, graines non stérilisées
N1 :	166	Papier filtre, graines non stérilisées
NS6 :	131	Sol ferralitique non stérilisé, graines stérilisées
NS3 :	117	Sol ferralitique stérilisé, graines stérilisées
NS4 :	112	Sol argileux stérilisé, graines stérilisées
FS1 :	106	Papier filtre, graines stérilisées
FS7 :	88	Sol argileux non stérilisé, graines stérilisées
NS5 :	88	Sol sableux non stérilisé, graines stérilisées
NS7 :	60	Sol argileux non stérilisé, graines stérilisées
N7 :	49	Sol argileux non stérilisé, graines non stérilisées
FS6 :	48	Sol ferralitique non stérilisé, graines stérilisées
N6 :	30	Sol ferralitique non stérilisé, graines non stérilisées
NS2 :	26	Sol sableux stérilisé, graines stérilisées
FS3 :	23	Sol ferralitique stérilisé, graines stérilisées
N2 :	21	Sol argileux stérilisé, graines non stérilisées
FS4 :	18	Sol argileux stérilisé, graines stérilisées
F7 :	18	Sol argileux non stérilisé, graines non stérilisées
N5 :	18	Sol sableux non stérilisé, graines non stérilisées
F4 :	17	Sol argileux stérilisé, graines non stérilisées
FS5 :	17	Sol sableux non stérilisé, graines stérilisées
N4 :	16	Sol argileux stérilisé, graines non stérilisées
F6 :	14	Sol ferralitique non stérilisé, graines non stérilisées
N3 :	14	Sol ferralitique stérilisé, graines non stérilisées
PS7 :	13	Sol argileux non stérilisé, graines stérilisées
F3 :	10	Sol ferralitique stérilisé, graines non stérilisées
PS1 :	09	Papier filtre, graines stérilisées
F5 :	08	Sol sableux non stérilisé, graines non stérilisées
PS6 :	07	Sol ferralitique non stérilisé, graines stérilisées
FS2 :	03	Sol sableux stérilisé, graines stérilisées

*Tableau LXVII : Récapitulatif des graines par ordre de mérite (suite)*

PS2 :	03	Sol sableux stérilisé, graines stérilisées
P5 :	03	Sol sableux non stérilisé, graines non stérilisées
P6 :	03	Sol ferralitique non stérilisé, graines non stérilisées
P7 :	03	Sol argileux non stérilisé, graines non stérilisées
PS3 :	02	Sol ferralitique, graines stérilisées
F2 :	01	Sol sableux stérilisé, graines non stérilisées
PS4 :	01	Sol argileux stérilisé, graines stérilisées
P3 :	01	Sol ferralitique stérilisé, graines non stérilisées
P4 :	01	Sol argileux non stérilisé, graines non stérilisées
P2 :	00	Sol sableux stérilisé, graines non stérilisées
P1 :	00	Papier filtre, graines non stérilisées
PS5 :	00	Papier sableux non stérilisé, graines stérilisées

*Tableau LXVIII : Résultat de l'expérience à l'ombre*

Jour	sN	sP	sF	ssN	ssP	ssF	shN	shP	shF
13	6	0	9	9	5	18	22	3	9
15	18	0	14	10	5	19	24	8	16
17	18	0	20	11	5	19	24	9	17
19	18	0	25	15	5	37	24	9	20
21	19	0	27	16	8	56	25	9	24
23	22	0	30	16	8	63	30	10	25
25	22	0	31	18	8	67	30	12	28
27	25	0	32	18	8	79	30	13	33
29	26	2	34	18	8	82	30	17	35
31	28	2	34	18	8	82	30	17	35
33	28	2	34	18	8	82	30	17	35
35	28	2	34	18	8	82	30	17	35
37	28	2	34	18	8	82	30	17	35
39	28	2	34	18	8	82	30	17	35
41	28	2	34	18	8	82	30	17	35
43	28	2	34	18	8	82	30	17	35
45	28	2	34	18	8	82	30	17	35
Total									
%	11,0	0,8	11,3	7,1	3,1	32,3	11,8	6,7	13,8

Tableau LXIX : Germination des graines sous différentes intensités de la lumière

TYPE DE GRAINES	NOMBRE	POURCENTAGE
Nsl	28	10,6
Fsl	34	12,9
Psl	03	1,1
Nso	17	6,4
Fso	82	31,1
Pso	08	3,0
Nst	35	13,3
Fst	41	15,5
Pst	16	6,1

Tableau LXX : Dispersion des graines en fonction du jour

Nombre de jour	Fruits testés et tombés	Fruits régurgités	Matières fécales
1	190	320	20
2	210	350	42
3	220	400	60
4	200	400	48
5	190	350	30
6	180	300	22
7	150	300	20

Tableau LXXI : Comparaison de trois types de graines sous les différentes intensités de la lumière

Type de graines	Graines naturelles			Graines issues de la matière fécale			Graines issues de la regurgitation		
	Nsl	Nso	Nst	Fsl	Fso	Fst	Psl	Pso	Pst
Nombre	28	17	35	34	82	41	03	08	16
Pourcentage	10,6	6,4	13,3	12,9	31,1	15,5	1,1	3,0	6,1
Total	80 : 30,3 %			157 : 59,5 %			27 : 10,2 %		

*Tableau LXXII : Rôles des éléments chimiques ainsi que les conséquences de leur carence et excès sur les plantes*

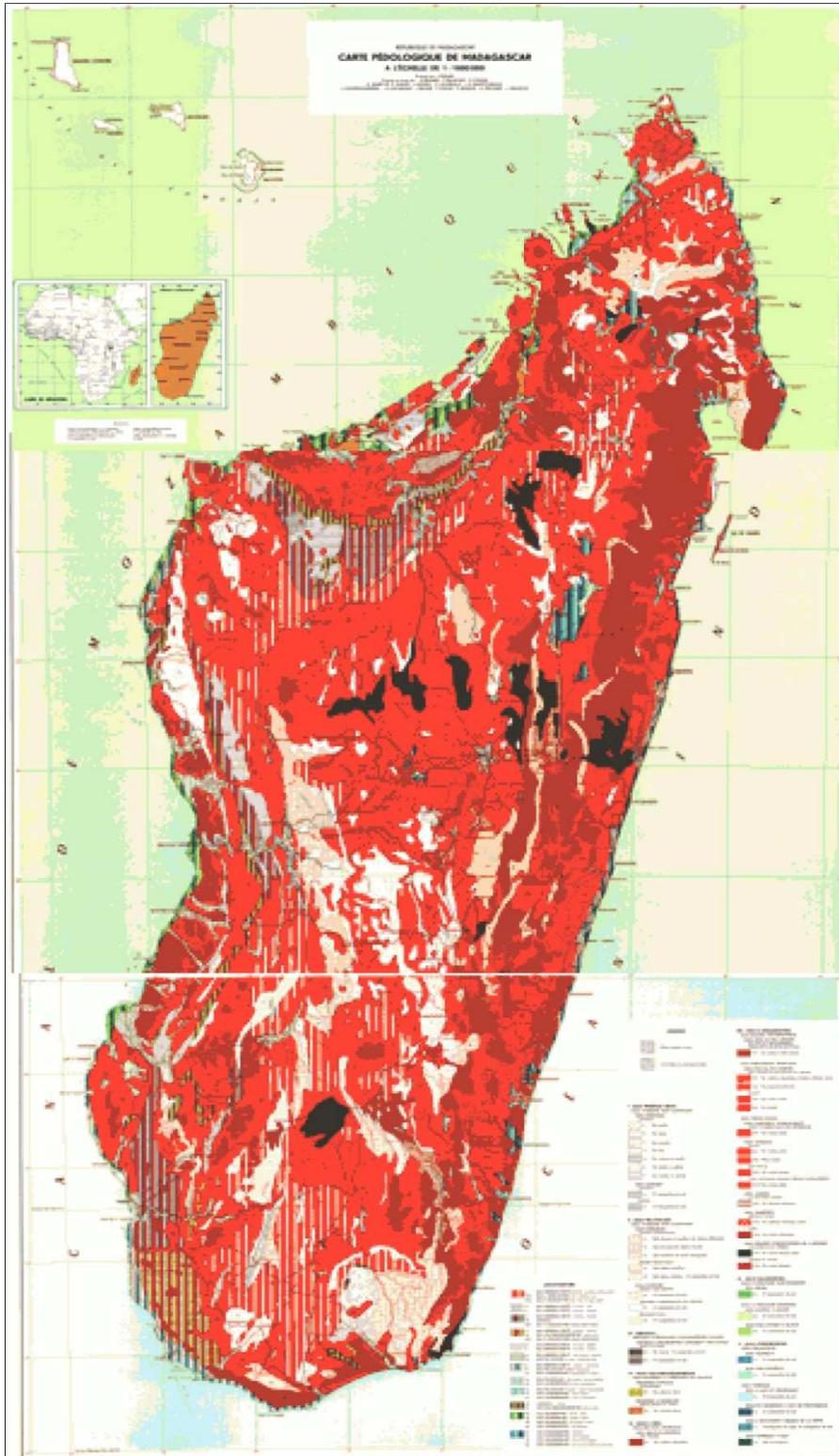
<b>Eléments</b>	<b>Forme assimilable</b>	<b>Fonction</b>	<b>Carence</b>	<b>Excès</b>
Azote	Ion Nitrate (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) Ion Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	Constituant des acides nucléiques, des protéines, et des certaines hormones. Multiplication cellulaire donc la croissance	Jaunissement du feuillage. Amincissement des tiges. Diminution de la surface foliaire. Retard de la croissance.	Ramollissement des tissus. Floraison insuffisante et de piètre qualité
Phosphore	Ion phosphate (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	Constitution des acides nucléiques de certaines graisses et de coenzyme. Favorise la croissance des parties dures (tiges et racines), la floraison et la fructification.	Ralentissement de la croissance. Mauvaise fécondation. Retard de maturité. Rougissement de la tige et des pétioles.	L'excès de phosphore est rare, il provoque une carence en fer et se traduit par un feuillage pâle.
Potassium	Ion Potassium (K <sup>+</sup> )	Fonctionnement des stomates. Couleurs des fleurs. Aide à la croissance et renforce la résistance au gel et aux maladies. Améliore la saveur des fruits.	Retard de la croissance surtout dans la fructification. Diminution de la résistance à la sécheresse. Jeunes feuilles enroulées. Tendance au flétrissement.	Son excès contrarie l'absorption de calcium, de l'azote et de magnésium.
Calcium	Ion Calcium (Ca <sup>2+</sup> )	Solidité de la paroi cellulaire. Aide à la constitution de la chlorophylle. Augmentation de la résistance. Améliore la maturation des fruits et des graines.	Arrêt du développement racinaire. Feuille verte sombre. Paroi cellulaires fragiles.	Des phénomènes de carence en fer, acide phosphorique, bore et magnésium peuvent apparaître quand il y a un excès de calcium. Baisse de croissance. Plante molle.
Magnésium	Ion Magnésium (Mg <sup>2+</sup> )	Influence la coloration verte de la feuille et renforce ses défenses. Favorise la formation des fruits et des graines. Elève la teneur en vitamine A et C	Contrarie la croissance de la plante. Chlorose (décoloration jaunâtre) sur les feuilles les plus anciennes.	Elle se traduit par une brûlure de feuillage et contrarie l'absorption du calcium.
Soufre	Ion sulfate (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	Constituant des protéines et des coenzymes. Joue un rôle dans la photosynthèse	Plante chétive. Ralentissement de la croissance.	Perturbation de l'assimilation du molybdène. Accumulation successive de sels
Fer	Ion Ferreux (Fe <sup>2+</sup> ) Ion Ferrique (Fe <sup>3+</sup> )	Elément de liaison entre certaines protéines et enzymes. Participe à la formation de la chlorophylle sans être un composant	Chlorose dû au blocage de la synthèse de la chlorophylle. Des nécroses suivent la chlorose	Nécrose racinaire
Manganèse	Ion Manganèse (Mn <sup>2+</sup> )	Joue un rôle important dans la respiration, la photosynthèse et la synthèse des protéines	Chlorose qui débute dans les limbes, les nervures restent vertes plus longtemps	Un taux de manganèse trop élevé freine l'absorption de fer, du magnésium et du calcium

*Tableau LXXII : Rôles des éléments chimiques ainsi que les conséquences de leur carence et excès sur les plantes*

Cuivre	Ion cuivreux (Cu <sup>2+</sup> ) Ion cuivrique (Cu <sup>3+</sup> )	Rôle indéniable dans la protection préventive des maladies cryptogamiques. Participe à la synthèse des lignines. Rôle important sur l'initiation florale	Chlorose. Malformation des limbes. Perte de rigidité des tissus par manque de lignine. Diminution de l'initiation florale	Freine l'absorption du fer. Diminue la photosynthèse.
Zinc	Ion Zinc (Zn <sup>2+</sup> )	Joue un rôle important dans la synthèse des auxines (Acide Indole Acétique). Intervient à l'élaboration de chlorophylle	Arrêt de la production d'auxine avec comme conséquence, l'inhibition du ou des boutons terminaux. Chlorose. Formation des graines interrompues ou non initiées	Chlorose accompagnée d'une pigmentation rouge dans les pétioles et les nervures foliaires

Ce tableau nous montre que les éléments chimiques du sol jouent un rôle prépondérant dans la vie de la plante et influence considérablement sur sa germination, sur sa croissance et sur son développement en cas d'un déficit ou excès.

## 2. Annexe 2 : Carte pédologique de Madagascar



**Auteur** :RAMANGANIRINA Marie Isabelle

**Directeur de mémoire** : Docteur RASOANINDRAINNY Jean Marc

**Adresse de l'auteur** : Lot AMB 175 Ambohimananina – Alatsinainy Ambazaha

**Tél** : +261 (20) 33 09 416 67/+261 (20) 34 09 869 59

**E-mail** :nirisamr@yahoo.fr

**Titre** : *Interactions entre le Pteropus rufus, le Ficus et le sol sur la régénération de la forêt à Fort-Dauphin*

**Nombre de pages** : 157

**Nombre de tableaux** : 43

**Nombre de figures** : 70

## **RESUME**

La capacité de la germination des graines après leur ingestion par les frugivores a une influence très importante sur la dynamique de la population de quelque espèce floristique et aussi considérable pour l'évolution de interactions plant-frugivore, sol-frugivore et plante-sol. Ensemencez, le temps de la rétention des graines dans le tube digestif est un facteur de la germination très touchante, et aide à expliquer la variation des résultats observés et obtenus. Dans ce mémoire, les effets du passage de la graine chez les vertébrés comme la Chauve-souris sur la germination du Ficus qui est la seule plante du régime alimentaire avec des fruits matures examinée pendant la période d'étude dans le milieu d'exploration nous montre la véracité et l'utilité de la chauve-souris dans toute l'expérience. En cherchant des modèles, des stratégies qui prédisent les circonstances dans lesquelles la germination de graines est rehaussée ou non affectée par le passage du tube digestive d'un agent disséminateur de la graine ; on a trouvé après la comparaison du taux de la germination que les graines issues de la matière fécale non traitées présentent presque le même pourcentage que les graines naturelles traitées et les graines issues de la régurgitation n'ont pas beaucoup donnée d'efficacité. Ce taux de germination élevé chez les graines des disperseurs est aussi observé sur les deux types de sol mais moins élevé pour le sol sableux. Pour la vitesse de la germination les graines issues de fèces montrent bien leur efficacité. L'amélioration de la germination s'est produite aussi bien dans le milieu semi-ombrophile pour la figue étrangleur que les autres milieux naturels. Cependant il y a aussi d'autres facteurs qui sont importants dans la dispersion des graines. L'influence du frugivore sur la dynamique de la population d'une espèce provoque la régénération de la forêt et peut être rentable et plus bénéfique pour notre monde vivant en restaurant ainsi une bonne stratégie pour la protection et la conservation de ce mammifère volant mais il est préférable de tester la longévité et la viabilité de la plante dans la prochaine étude.

**Mots-clés** : Chéiroptères, germination, sol, Ficus, graines, dispersion, dynamique, régénération.