

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques
Département des Eaux et Forêts
oooooooooooooooooooo

M E M O I R E

de Diplôme d'Etudes Approfondies
Option : Aménagement et Sylviculture
oooooooooooooooooooo

Etude de la régénération naturelle de Hintsy
(*Intsia bijuga*) dans la forêt littorale de Tampolo
- Fenoarivo Atsinanana
Côte Est Malagasy

Soutenu par :

RAOLINANDRASANA Lalaoharisoa Odette

le 11 septembre 1996

Président : Dr RANAIVOSON Andrianasolo

Rapporteur : Dr RAJOELISON Gabrielle

Membres du Jury :

Dr. SORG Jean Pierre

Dr RANDRIAMBOAVONJY Jean Chrysostôme

Dr RANDRIANJAFY Honoré

REMERCIEMENTS

A Mon Président de Jury,

Monsieur **RANAIVOSON Andrianasolo**, Docteur ès Sciences biologiques, Directeur de l'Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, qui, malgré ses nombreuses sollicitations, a eu l'amabilité de présider cette soutenance.

"Qu'il trouve ici ma respectueuse déférence."

A mes Juges :

Monsieur **Jean Pierre SORG**, Docteur ès Sciences Forestières, Professeur à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich (ETH) Pour sa lecture à plusieurs reprises, ses critiques constructives et ses nombreuses suggestions. Il n'a épargné ni son temps ni ses peines pour me conseiller et me diriger dans la réalisation de ce travail.

"Je le remercie de tout cœur."

- Monsieur **RANDRIAMBOAVONJY Jean Chrysostôme**, Docteur Ingénieur en Foresterie, Enseignant à l'ESSA - Forêts, qui malgré ses multiples occupations a accepté de siéger parmi le Jury,

" qu'il trouve ici l'expression de ma profonde et respectueuse reconnaissance."

- Monsieur **RANDRIANJAFY Honoré**, Docteur ès science technique de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich, Chef de Département des recherches forestières et piscicoles. qui malgré ses multiples tâches et ses nombreuses sollicitations a accepté de juger ce travail,

" qu'il soit vivement remercié"

A mon Rapporteur,

Madame **RAJOELISON Lalanirina Gabrielle**, Docteur Ingénieur en Foresterie, Enseignante à l'ESSA - Forêts, pour ses orientations ses guides pratiques qui me sont capitales dans l'accomplissement de ce travail.

"Qu'elle trouve à travers ce travail, l'expression de ma vive reconnaissance."

S'il m'a été possible de mener à terme ce travail, c'est grâce aux concours généreux de nombreuses personnes dont la disponibilité n'égale que l'obligeance.

Ainsi, je suis redevable à Monsieur **RAMBELOARISOA Gérard Eugène**, Assistant en Sylviculture, Enseignant à l'ESSA - Forêts, par sa lecture et ses suggestions.

*Je sais gré à Monsieur **RAZAFINDRAJAONA Jean Marie**, Maître Assistant à l'ESSA-IAA qui, malgré ses nombreuses occupations, a accepté d'accorder une partie de son temps pour me rendre service dans le traitement des données.*

*Je tiens également à adresser mes vifs remerciement à Monsieur **RAMAMONJISOA Bruno**, coordinateur de la formation en troisième cycle d l'ESSA Forêts,*

*Je suis également reconnaissante à Monsieur **RAHARISON Michel Victor**, pour les travaux de terrain et les travaux graphiques, tâches qu'il s'acquitte avec dévouement.*

Je n'oublie pas non plus tous mes amis pour leur aide bénévole, j'ai été très sensible à leur disponibilité et abnégation.

" Qu'ils sachent combien j'ai apprécié leur contribution."

Aussi, j'ai l'agréable et sincère réjouissance de remercier :

- L'intercoopération Suisse qui a appuyé matériellement et financièrement cette étude à travers le programme d'appui à l'ESSA - Forêts,

- Le personnel du laboratoire biométrie de l'ESSA et le DRFP pour l'aide matérielle,

- L'équipe de l'ESSA - forêts pour ses encouragements et sa compréhension de mon indisponibilité fréquente.

*- Aux membres du comité de lecture: Monsieur **RAMAMONJISOA Bruno** et Monsieur **RAZAKANIRINA Daniel***

- A tous ceux qui ont oeuvré, d'une manière ou d'une autre, à la réalisation de ce mémoire.

Oly

TABLE DES MATIERES

| | | |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. | Introduction | 1 |
| 2. | Presentation du milieu d'etude..... | 3 |
| 2.1 | Situation géographique | 3 |
| 2.2 | Climat | 3 |
| 2.3 | Hydrographie et relief..... | 6 |
| 2.4 | Géologie et sol | 6 |
| 2.5 | Végétation..... | 6 |
| 3. | Méthode de travail..... | 8 |
| 3.1 | Problématique : | 8 |
| 3.2 | Collecte des données..... | 9 |
| 3.2.1 | Généralité | 9 |
| 3.2.2 | Choix des parcelles..... | 9 |
| 3.2.3 | Prospection des taches de régénération | 11 |
| 3.2.4 | Inventaire au niveau des touffes de régénération | 11 |
| 3.2.4.1 | Type d'inventaire - taux d'échantillonnage et taille de l'échantillon | 11 |
| 3.2.4.2 | Les paramètres à relever | 12 |
| 3.2.5 | Inventaire au niveau de la végétation accompagnante | 16 |
| 3.2.5.1 | Dispositif..... | 16 |
| 3.2.5.2 | Emplacement des placettes et taille de l'échantillon | 17 |
| 3.2.5.3 | Unité de mesure et les paramètres à relever..... | 17 |
| 3.3 | Analyse des données..... | 18 |
| 3.3.1 | Analyse des données de la régénération naturelle | 18 |
| 3.3.2 | Analyse des données de la végétation accompagnante | 19 |
| 3.3.2.1 | Structure floristique | 19 |
| 3.3.2.2 | Structure horizontale..... | 19 |
| 3.3.2.3 | Structure totale..... | 20 |
| 3.4 | Traitement des données | 20 |
| 4. | Resultats | 22 |
| 4.1 | Caractéristiques botaniques et écologiques du Hintsy..... | 22 |
| 4.1.1 | Dénomination de l'essence | 22 |
| 4.1.2 | Aire de répartition | 22 |
| 4.1.3 | Caractéristiques dendrologiques..... | 24 |
| 4.1.4 | Caractéristiques technologiques et utilisation | 24 |
| 4.2 | Variations des différents paramètres selon les types de forêt | 25 |
| 4.2.1 | Densité des touffes | 25 |

| | | |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.2.2 | Résultat par paramètre pour les deux types de forêt..... | 26 |
| 4.3 | Relation entre le stade de développement et les autres facteurs stationnels | 33 |
| 4.3.1 | Le stade de développement et le nombre de plants par touffe..... | 33 |
| 4.3.2 | Le stade de développement et la nature du pied mère | 34 |
| 4.3.3 | Le stade de développement et le degré de recouvrement | 35 |
| 4.3.4 | Test d'indépendance entre le stade de développement et les autres facteurs :.... | 36 |
| 4.4 | Relation entre nombre de plants par touffe et les autres facteurs de la station | 37 |
| 4.4.1 | Le nombre de plants par touffe et la nature du pied mère | 37 |
| 4.4.2 | Le nombre de plants par touffe et le degré de recouvrement | 38 |
| 4.4.3 | Relation entre nombre de plants par touffe et épaisseur de la litière..... | 39 |
| 4.5 | Résultats de l'analyse factorielle des correspondances (AFC)..... | 40 |
| 4.5.1 | Contribution des axes | 40 |
| 4.5.2 | Variables caractéristiques de chaque axe | 41 |
| 4.5.3 | Description de chaque groupe avec ses caractéristiques respectifs | 41 |
| 4.6 | L'analyse structurale de la végétation accompagnante | 46 |
| 4.6.1 | Structure floristique..... | 46 |
| 4.6.2 | Structure horizontale | 47 |
| 4.6.2.1 | Abondance | 47 |
| 4.6.2.2 | Dominance | 48 |
| 4.6.2.3 | Volume..... | 49 |
| 4.6.3 | Structure totale | 50 |
| 5. | Discussion | 52 |
| 5.1 | Aperçu sur la méthode et les résultats obtenus | 52 |
| 5.1.1 | En général..... | 52 |
| 5.1.2 | Résultats au niveau des types de forêts | 53 |
| 5.2 | Proposition d'aménagement sylvicole pour la régénération naturelle d' <i>Intsia bijuga</i> | 55 |
| 5.2.1 | La régénération naturelle et la conduite sylvicole | 55 |
| 5.2.2 | Proposition d'aménagement..... | 58 |
| 6. | Conclusion..... | 60 |

Bibliographie

Annexes

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1 : Données climatiques de Fenoarivo Atsinanana..... | 3 |
| Tableau 2 : Réparation des Échantillons suivant la nature du pied mère et leur pourcentage respectif. | 11 |
| Tableau 3 : Classification de la couverture du sol suivant l'épaisseur de la litière | 12 |
| Tableau 4 : Classification du degré de recouvrement | 13 |
| Tableau 5 : Les neuf stades de développement..... | 15 |
| Tableau 6 : Les paramètres mesurés suivant le stade de développement..... | 16 |
| Tableau 7 : Seuil d'inventaire et paramètres à mesurer suivant la compartimentation..... | 18 |
| Tableau 8 : Description statistique du nombre de touffes pour les deux types de forêt..... | 25 |
| Tableau 9 : Répartition des variables suivant les deux types de forêt..... | 26 |
| Tableau 10 : Répartition des régénérations suivant le stade de développement dans les touffes..... | 30 |
| Tableau 11 : Test d'indépendance | 31 |
| Tableau 12 : Résultats du test d'indépendance par l'analyse du tableau de contingence entre le stade de développement (n = 3) et les autres facteurs | 36 |
| Tableau 13 : Test d'indépendance entre nombre de plants par touffe et les autres facteurs de la station | 39 |
| Tableau 14 : Valeurs dendrométriques des essences les plus fréquentes pour le compartiment A..... | 46 |
| Tableau 15 : Valeurs dendrométriques des essences les plus fréquentes pour le compartiment B..... | 46 |
| Tableau 16 : Liste des essences les plus fréquentes pour le compartiment C | 47 |
| Tableau 17 : Répartition des tiges par classe de diamètre pour les tiges inventoriées | 47 |
| Tableau 18 : Répartition des surfaces terrières suivant les classes de diamètre..... | 48 |
| Tableau 19 : Répartition des volumes par classe de diamètre pour l'ensemble des tiges..... | 49 |
| Tableau 20 : Répartition des tiges par classes de diamètres pour l'étude structurale | 50 |
| Tableau 21 : les différentes activités à effectuer sous un système TSS, | 59 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 : Climat-diagramme selon Walter et Lieth(1967)..... | 4 |
| Figure 2 : Carte de localisation de la forêt de Tampolo (Fenoarivo - Atsinanana)..... | 5 |
| Figure 3 : plan de la station forestière de Tampolo | 10 |
| Figure 4 : Schématisation de la placette d'inventaire | 17 |
| Figure 5 : Schéma - type de l'emplacement des placettes | 17 |
| Figure 6: Aire de répartition de Intsia dans le monde(in Tropical Legumes: Ressources for the Future, p. 218) | 23 |
| Figure 7 : Aire de répartition de Hintsy à Madagascar..... | 23 |
| Figure 8: Répartition de la régénération suivant le stade de développement pour la forêt littorale haute. | 29 |
| Figure 9 : Répartition de la régénération suivant le stade de développement pour la forêt périodiquement inondée | 29 |
| Figure 10 : Répartition du nombre de plants par touffe suivant le stade de développement ... | 33 |
| Figure 11 : Relation entre degré de recouvrement et stade de développement | 35 |
| Figure 12 : Pourcentage du nombre de plants par touffe suivant la nature du pied mère | 37 |
| Figure 13 : Répartition des classes de régénération suivant le degré de couverture | 38 |
| Figure 14 : Répartition des classes de régénération suivant l'épaisseur de la litière | 39 |
| Figure 15 : Analyse Factorielle de correspondance : Graphe 1/2 | 43 |
| Figure 16 : Analyse factorielle de correspondance : Graphe 1/3 | 44 |
| Figure 17 : Analyse factorielle des correspondance : Graphe 2/3..... | 45 |
| Figure 18 : Structure totale à partir de 1cm de diamètre en coordonnées semi -logarithmiques | 51 |
| Figure 19L'évolution des différents paramètres suivant la nature du pied..... | 54 |

LISTE DES ABREVIATIONS

ARB : arbre

SF : souche fraîche

SD : souche dégradée

SP : souche pourrie

rg1 : régénération 1 : nombre par touffes compris entre 3 et 10

rg2 : régénération 2 : nombre par touffes compris entre 10 et 17

rg3 : régénération 3 : nombre par touffes compris entre 17 et 24

rg4 : régénération 4 : nombre par touffes compris entre 24 et 50

rg5 : régénération 5 : nombre par touffes supérieur à 50

C1 : classe 1 de la lumière : entièrement recouvert

C2 : classe 2 de la lumière : partiellement recouvert

C3 : classe 3 de la lumière : à découvert

EP1 : épaisseur fine (litière)

EP2 : épaisseur moyenne (litière)

EP3 : épaisse (litière)

st1 : stade de développement 1 (dominance semis et recru)

st2 : stade de développement 2 (dominance gaulis, bas perchis)

st3 : stade de développement 3 (dominance haut perchis)

1. INTRODUCTION

"Une bonne gestion de la forêt sous-entend sa régénération continue, son amélioration en vue d'une production qui fut longtemps celle d'une masse de bois et à laquelle est venue s'ajouter celle d'une esthétique ou d'un bon air." (R. JOLY, 1970 in Revue forestière française).

De cette phrase, il peut être avancé que la régénération d'une forêt occupe une place primordiale dans sa gestion. Cette conception est d'autant plus valable pour la formation forestière à étendue limitée. Tel est le cas pour la forêt littorale de Madagascar qui est située le long de la côte Est sur une bande de sables marins et occupant une largeur de deux ou trois kilomètres seulement.

Cette forêt littorale fait l'objet d'exploitations et de défrichements depuis plusieurs années par suite de l'exploitation de grumes et la déforestation pour l'installation de cultures itinérantes et/ou industrielles (café, vanille, girofle).

Pourtant, la forêt littorale renferme des essences de valeurs dont les qualités technologiques relèvent d'une renommée internationale (Bois d'ébène, Bois de rose, Hintsy). Plus particulièrement, pour le Hintsy (*Intsia bijuga*), cette forêt littorale constitue son aire naturelle potentielle.

Le Hintsy constitue une essence de valeurs des plus recherchées. Il présente un intérêt économique particulier qui le classe dans la catégorie I des essences forestières à Madagascar (réf. Classification des essences forestières malagasy).

Par suite des exploitations intensives dont elles ont fait l'objet depuis un demi-siècle, les billes de grandes dimensions sont devenues rares, mais les qualités sylvicoles de l'arbre et la valeur de son bois lui garde un intérêt économique local (B.F.T., 1951)

En raison de l'étendue de son aire de répartition confinée sur la côte orientale et le Sambirano à basse altitude (< 300m), il est loisible d'étudier les facteurs de succès de sa régénération. Cette dernière pourrait assurer sa pérennité au moins dans l'aire naturelle.

Par ailleurs, il a été constaté que le bois issu de la plantation ne donne pas la même qualité technologique que celui issu de la forêt naturelle (N.A.S, 1979).

Des études sur la répartition de l'espèce ont montré que dans son aire naturelle, le Hintsy a une distribution uniforme, sans concentration spatiale remarquable (RAJOELISON, 1995).

D'autres auteurs ont remarqué également que :

- la régénération naturelle de Hintsy est faible en comparaison avec d'autres essences comme le Voapaka (*Upaca sp.*)(RAJOELISON, 1982),

- les semis naturels de Hintsy existent en forêt, mais leur rareté est frappante, et pour d'autres stades de développement (recrû, gaulis), ils colonisent surtout des endroits bien ensoleillés : clairières, lisières (RAJOELISON, 1982).

Des études sur la régénération naturelle de Hintsy n'ont pas encore été entreprises spécifiquement jusqu'à présent. Cependant, les études déjà entamées ont montré que cette espèce connaît une difficulté pour passer du stade jeune au stade adulte.

C'est dans l'optique d'étudier le mode de régénération du Hintsy, ainsi que les facteurs limitant son développement que cette étude a été conçue.

La forêt de Tampolo est choisie afin d'entreprendre cette étude. En effet, cette forêt est vouée à la recherche en matière de Sylviculture pour le Département des Eaux et Forêts. De nombreuses études y ont été menées. La présente ne fait que les compléter. De plus, l'installation de placettes permanentes et l'assistance de régénération pourront être envisagées pour le suivi de développement et la sylviculture de l'espèce.

La présente document comprend six chapitres :

- le premier chapitre constitue l'introduction,
- le deuxième chapitre décrit le milieu d'études
- le troisième chapitre expose la méthode de travail adoptée
- le quatrième chapitre fait état des résultats,
- le cinquième chapitre concerne la discussion,
- Le sixième chapitre établit la conclusion.

2. PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE

2.1 Situation géographique

La station forestière de Tampolo est située à 10 km au nord de Fenoarivo Atsinanana en suivant la route nationale N°5 reliant Toamasina à Soanierana Ivongo. Elle se trouve à 29°25' de longitude Est et 17°17' de latitude Sud. L'altitude est de 10 msm (Cf. Figure 2)

Cette forêt s'est installée sur des successions de dunes. Elle est limitée au Nord par le village de Rantolava, au sud par les villages d'Andapa II et de Tampolo, à l'Est par l'Océan Indien et à l'Ouest par une piste menant vers Rantolava.

2.2 Climat

Les données climatiques de la région ont été fournies par la Direction de la Météorologie Nationale d'Ampanomby. La moyenne a été calculée sur 30 ans pour les précipitations et sur 15 ans pour les températures. Ces données sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Données climatiques de Fenoarivo Atsinanana

| Mois | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | Total |
|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| P mm | 437,3 | 296 | 450,9 | 196,1 | 165,7 | 172,2 | 208,3 | 163,3 | 100,4 | 95,0 | 146,6 | 275,3 | 2712 |
| Jours | 20 | 15 | 18,8 | 13,8 | 14,2 | 17,2 | 19,3 | 20,4 | 15 | 15 | 13,4 | 16,9 | 197 |
| Tmax | 30,8 | 30,7 | 30,2 | 29,4 | 27,8 | 27,6 | 25,5 | 25,4 | 26,3 | 27,6 | 29,2 | 30,4 | 28,4 |
| Tmin, | 22,3 | 22,5 | 20,5 | 20,9 | 19,1 | 17,6 | 16,8 | 16,7 | 17,4 | 18,7 | 20,6 | 21,7 | 19,6 |
| Tmoy | 26,5 | 26,6 | 25,4 | 25,2 | 23,5 | 22,6 | 21,2 | 21,1 | 21,9 | 23,2 | 24,9 | 26,1 | 24 |

Moyenne de 1951 - 1981 pour la précipitation

Moyenne de 1951 - 1966 pour la température

T : Température, exprimée en °C

P : Précipitation en mm

Source : Direction de la météorologie nationale

Le mois le plus arrosé est le mois de Mars durant lequel la pluviosité atteint 450,9 mm en 19 jours; La pluviosité du mois le moins arrosé étant seulement de 95 mm en 15 jours, en Octobre.

La température présente une très faible amplitude thermique. La moyenne du mois le plus froid oscille entre 16,7°C et 25,4°C et celle du mois le plus chaud entre 22,5°C et 30,7°C.

Le type de climat est donné par le climat -diagramme selon Walter et Lieth(1967) ci-après.

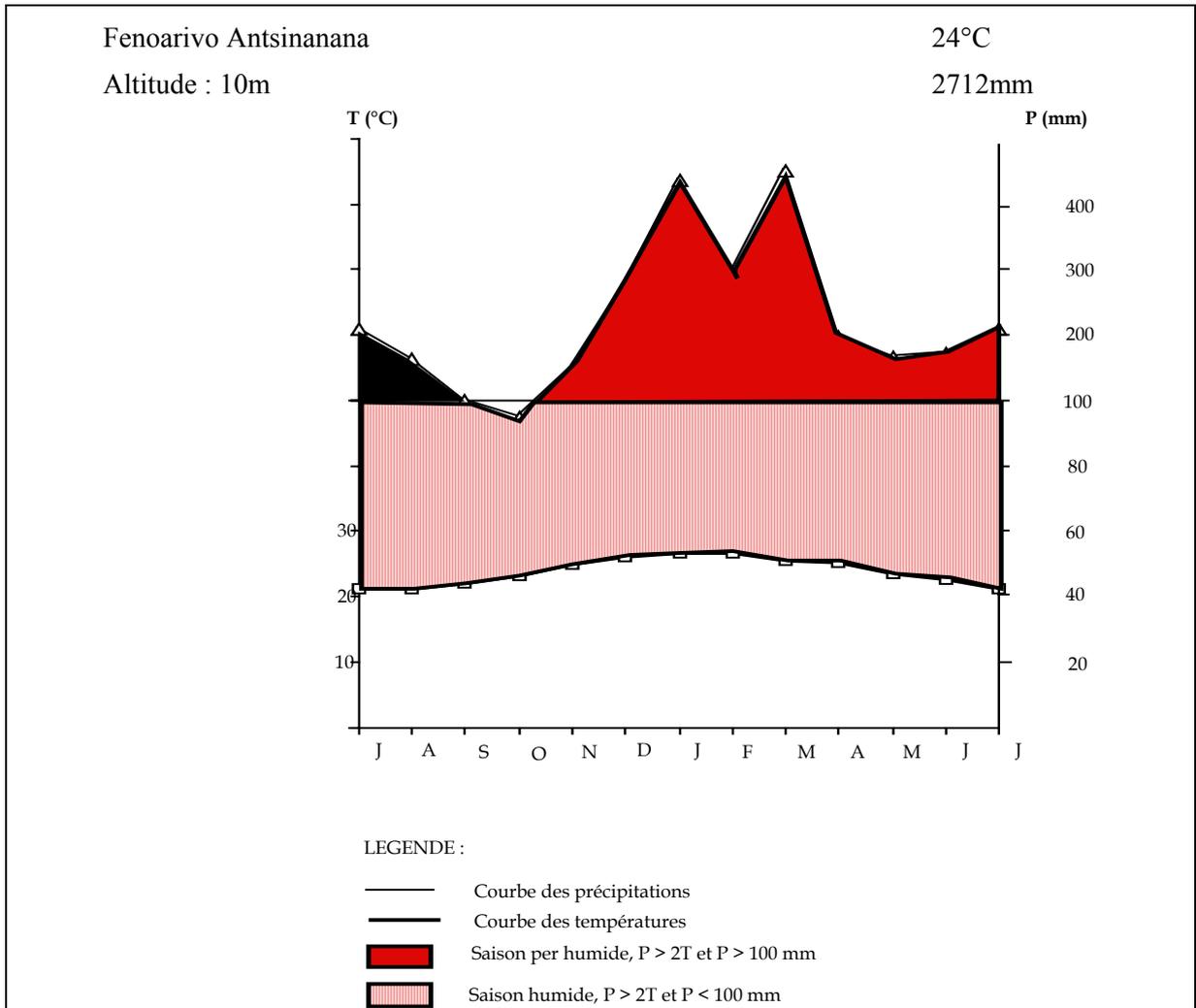


Figure 1 : Climat-diagramme selon Walter et Lieth(1967)

Le climat-diagramme fait état de onze mois perhumide ($P > 2T$ et $P > 100$ mm), de Novembre à Septembre, et d'un mois humide ($P > 2T$ et $P < 100$ mm) en Octobre. La température moyenne ne descend pas au dessous de 21°C. Conséquemment, le climat de la région de Fenoarivo Antsinanana est du type tropical, perhumide chaud.

Le diagramme ombrothermique ne permet pas de faire la distinction des saisons. Néanmoins, elles peuvent être définies :

- la saison moins humide, caractérisée par une relative fraîcheur. Elle se situe entre Avril et Octobre. Cette saison est arrosée par des pluies fines. Cependant, une augmentation des précipitations est enregistrée en Juin.
- la saison des fortes pluies qui correspond aux températures les plus élevées de l'année. C'est aussi la saison des perturbations cycloniques. Elle s'étale entre le mois de novembre et le mois de mars. Cette période comprend une légère diminution des précipitations, notamment en février.

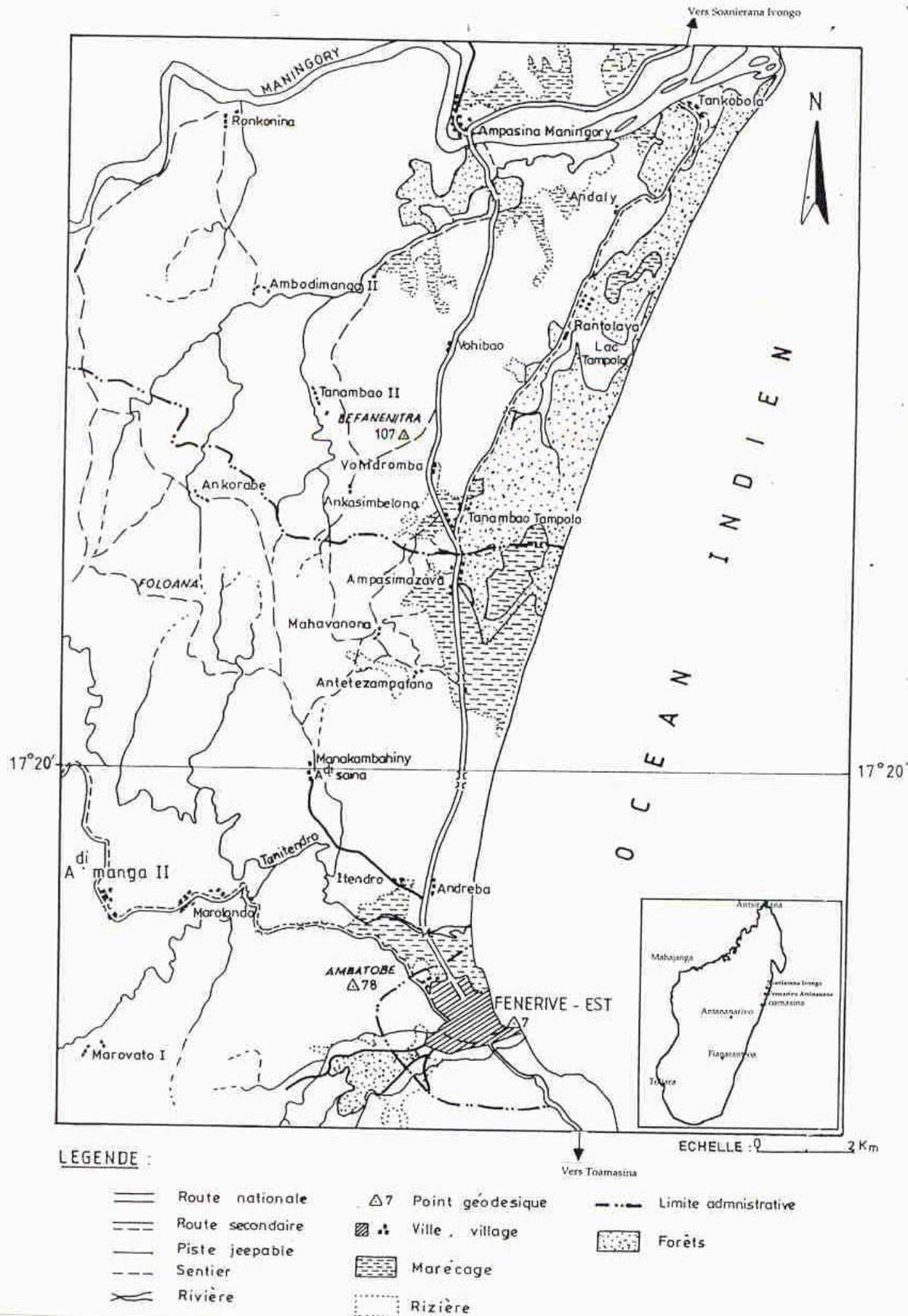


Figure 2 : Carte de localisation de la forêt de Tampolo (Fenoarivo - Atsinanana)

2.3 Hydrographie et relief

Le réseau hydrographique comprend le lac lagunaire Tampolo et ses deux bras : Lohalava à l'Est, Tetezambe à l'Ouest ; et le lac Tampolomarofotra au bord de la mer.

Sur le plan orographique, la forêt appartient à la plaine côtière dont l'altitude dépasse rarement 10m.

Les plaines côtières correspondent au cordon littoral sableux, et aux plaines alluviales d'embouchure qui se sont développées à l'abri de ce cordon (HOTTIN, 1958).

2.4 Géologie et sol

Une prospection géologique directe a mis en évidence l'abondance des réserves en ilménite qui titre en moyenne 44,5% en TiO_2 pour 40 à 42% de fer. C'est donc un minerai pauvre, sous entendu en TiO_2 (HOTTIN,1958).

2.5 Végétation

La végétation est constituée par la forêt littorale, qui est une variante de la forêt dense humide sempervirente de basse altitude. Elle prend l'aspect d'un peuplement de faible hauteur, arasé par le vent et s'abaissant progressivement vers la mer (KOECHLIN et al., 1974).

Du point de vue physiologique, elle est caractérisée par la persistance des feuilles. Ce fait lui confère un aspect toujours vert. Cependant, quelques essences sont caducifoliées. Elles perdent leurs feuilles pendant la saison la moins humide. Il s'agit notamment des essences du genre *Dalbergia* et *Intsia bijuga*.

Les arbres sont de taille réduite, formant un peuplement à forte densité parsemé de géants.

Les arbres sont remarquables par l'élancement et la netteté du fût (RAJOELISON, 1995).

Comme les autres forêts tropicales pluviales, la forêt littorale est aussi stratifiée, bien qu'elle ne soit pas évidente de prime abord. Elle comprend :

- La strate arborescente supérieure, de hauteur variable selon le type de forêt considéré et qui est composée de différentes essences telles que : Hintsy (*Intsia bijuga*) , et Voapaka (*Uapaca sp.*) présentant des caractères adaptatifs tels que racines échasses, contreforts, etc.
- La strate arbustive inférieure dense formée d'espèces ombrophiles du sous bois comprenant les genres *Coffea* et *Dracaena*, etc...

La strate herbacée est moins fournie et fait même défaut par endroits. (RAOLINANDRASANA, 1994)

Sur le plan floristique et biologique, toutes les synusies sont présentes.

Les arbres qui caractérisent la forêt sont : *Uapaca thouarsii*, *Uapaca littoralis*, *Uapaca louvelii*, etc.

Les arbustes sont représentés par les différentes espèces du genre *Coffea*, *Dracaena*, *Sorindea*, et *Vitex*, etc.

- Les palmiers de différents genres sont présents, entre autres *Chrysalidocarpus sp.* , *Phloga sp.*, *Neophloga sp.*
- Les épiphytes sont représentées par les différentes orchidées, mousses, hépatiques épiphytes et algues endophytes.

3. METHODE DE TRAVAIL

3.1 Problématique :

L'objectif spécifique de cette étude est de savoir comment s'effectue naturellement la régénération de Hintsy.

D'après ROLLET (1969), "La régénération naturelle recouvre un double concept : d'une part, au sens statique, et d'autre part, au sens dynamique, l'ensemble des processus par lesquels la forêt dense se reproduit naturellement."

D'après METRO (1975) : " La régénération est le renouvellement naturel d'un peuplement forestier par voie de semence. Elle peut désigner le jeune peuplement ainsi obtenu."

Partant de ces définitions, cette Étude pourrait englober l'Étude des facteurs d'installation de la régénération de Hintsy en premier lieu et les conditions de développement des jeunes plants en second lieu.

Notre étude est axée sur l'observation de la régénération sur terrain et l'exploitation des données relevées lors de l'inventaire sur terrain. La démarche essaie de cerner la relation entre l'état de la régénération (nombre par touffe et stade de développement) et les autres facteurs stationnels, donc les facteurs déterminant notamment la régénération naturelle de *Intsia bijuga*.

Le présent travail essaie de répondre aux questions suivantes :

- Quelle est l'influence de la présence du pied mère sur la régénération naturelle du Hintsy?
- Comment se présentent les régénérations naturelles autour du pied mère?
- Tolèrent-ils de l'ombre au jeune âge et jusqu'à quel stade de développement?
- Quels sont les facteurs à prendre en considération pour faire réussir la régénération naturelle de Hintsy ?
- Ce travail part des hypothèses qui sont formulées en s'inspirant des Études qui ont été faites sur le Hintsy. :
- La régénération naturelle de Hintsy est conditionnée par les facteurs stationnels (épaisseur de la litière, intensité de la lumière, station...),
- La présence d'arbres semenciers peut jouer un rôle positif ou négatif suivant l'âge de la régénération.

3.2 Collecte des données

3.2.1 Généralité

La collecte des données revêt 2 formes :

- les revues bibliographiques,
- les relevés de terrain.

Les revues bibliographiques ont permis de rassembler les données existantes sur les Études faites sur *Intsia Bijuga*. Il s'agit d'une compilation de données sur les Études dendrologiques, botaniques et sylvicoles effectuées antérieurement.

Le relevé de terrain comprend deux inventaires qui ont chacun une unité qui leur est propre :

- une récolte des données stationnelles comprenant certains paramètres susceptibles d'influencer la régénération naturelle de Hintsy. Ce relevé est combiné avec l'Évaluation qualitative des plants de Hintsy. Cette récolte de données est faite au niveau des touffes de régénération Echantillonnées,
- un inventaire floristique qui vise à étudier la végétation accompagnant le Hintsy et dont la collecte des données a été effectuée avec la technique de compartimentation.

3.2.2 Choix des parcelles

Dans nos hypothèses de travail, nous avons pensé que la régénération naturelle de Hintsy est conditionnée par les facteurs stationnels. Ainsi, nous avons pris nos Échantillons dans deux types de forêt que nous avons appelés respectivement forêt de "type 1" et forêt de "type 2"

La forêt de "type 1" représente la forêt littorale haute, montrant une authentique forêt dense humide qui se localise plus à l'intérieur de la forêt.

Nous référant aux cartes de distribution des espèces de valeur (RAJOELISON, 1995) qui nous informent sur la répartition spatiale des essences de valeur, nous avons choisi les parcelles à forte densité de Hintsy. Il s'agit des parcelles de la série G dont G4, G5, G6, G7, G8, G9 et de la série H dont H4, H5, H6, H7, H8, H9 pour la forêt de "type 1".

La forêt de "type 2" désigne la forêt périodiquement inondée, caractérisée par des arbres de petite taille, de forte densité, parsemée par quelques tiges de gros diamètres. Cette forêt jouxte la frange externe de la forêt littorale.

Cette forêt a fait l'objet d'une analyse sylvicole. Il a été montré que cette variante est relativement homogène du point de vue floristique (RAOLINANDRASANA, 1994).

Le problème du choix des parcelles ne s'est pas posé. Nous avons opté de travailler dans les parcelles J3, J4 pour la série J et K3, K4, K5, K6, K7 pour la série K(cf. Figure 5).

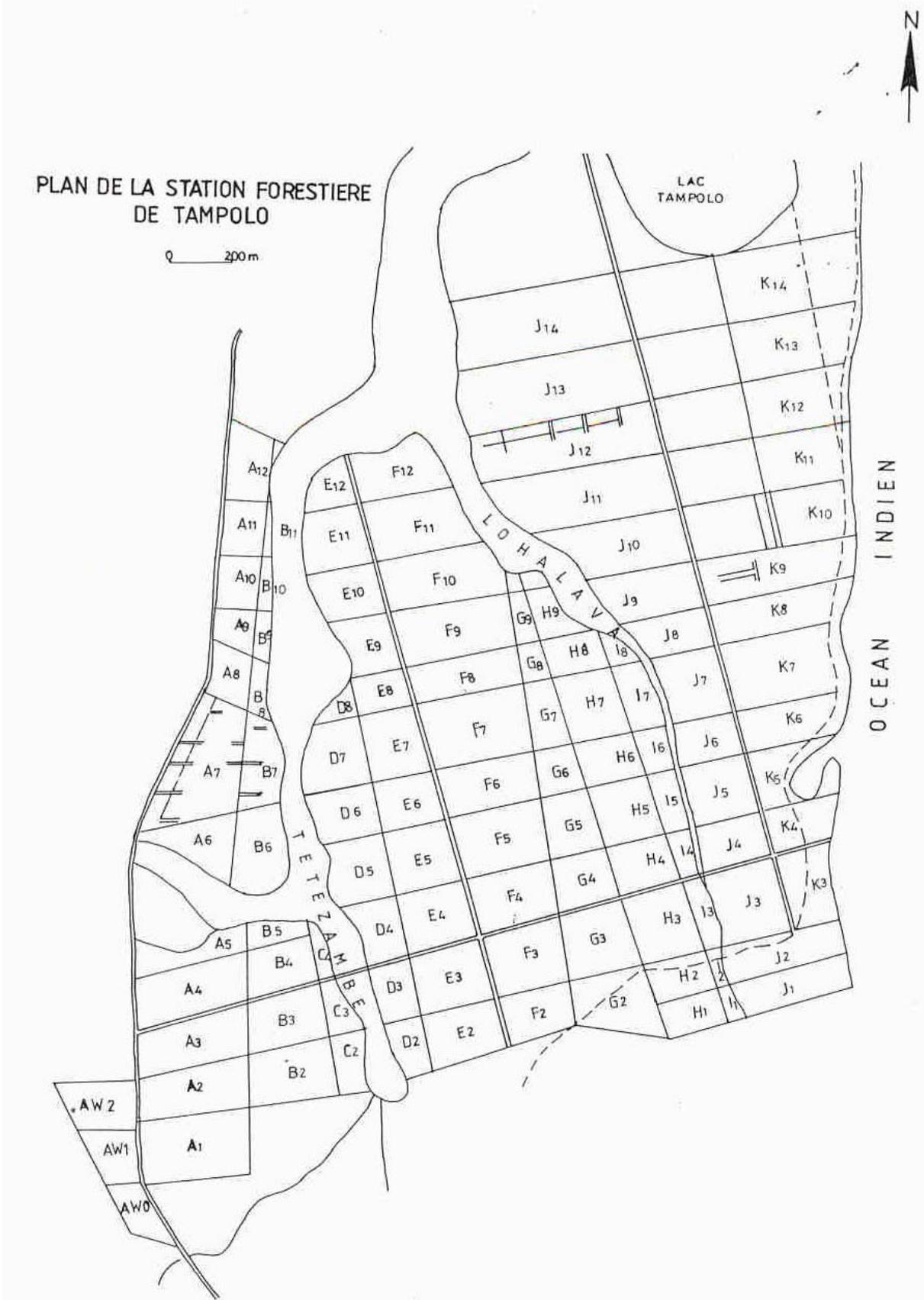


Figure 3 : plan de la station forestière de Tampolo

3.2.3 *Prospection des taches de régénération*

Cette prospection a pour objet de repérer tous les pieds mères (éventuellement des souches) à l'intérieur de toutes les parcelles choisies. Chaque parcelle concernée a été prospectée en progressant par virées successives.

A chaque pied mère (éventuellement, souches) présentant des taches de régénération, un numéro a été attribué. Ces numéros servent de référence pour le tirage au sort en vue de constituer l'échantillon.

Cette prospection nous a permis de repérer un nombre non négligeable de touffes.

3.2.4 *Inventaire au niveau des touffes de régénération*

3.2.4.1 *Type d'inventaire - taux d'échantillonnage et taille de l'échantillon*

Devant le nombre relativement élevé des taches de régénération ainsi repérées, un inventaire par échantillonnage s'est imposé.

Les touffes, objet de l'inventaire, ont été choisies selon les critères suivants :

- temps imparti pour le relevé sur terrain,
- représentativité de chaque pied mère donnant les touffes,

A cet effet, la composition de l'échantillon se fait comme suit :

- toutes les souches sont prises dans l'échantillon, dans le souci d'assurer leur représentativité.
- au niveau des touffes issues des arbres semenciers, nous avons adopté l'échantillonnage aléatoire simple. Le choix des échantillons est fait en procédant à un tirage au sort des numéros attribués à chaque touffe lors du repérage.

La répartition des échantillons suivant la nature du pied mère et le taux d'échantillonnage sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau 2 : Répartition des Échantillons suivant la nature du pied mère et leur pourcentage respectif

| | Pied mère | Souche | Total |
|--------------------------------|------------------|---------------|--------------|
| Nombre recensé | 254 | 31 | 285 |
| Nombre pris dans l'échantillon | 49 | 31 | 80 |
| Taux d'échantillonnage | 19.3% | 100% | 28% |
| Pourcentage dans l'échantillon | 61,3% | 37,8% | 100% |

L'emplacement des placettes d'inventaire est fonction de la réparation des taches de régénération à l'intérieur de la forêt.

Pour en revenir à la taille des échantillons, elle n'est pas définie, du fait que l'unité n'est pas uniforme d'une tache à une autre, mais fonction de la réparation des plants. Cependant la distance séparant deux plants les plus éloignés (diamétralement opposés par rapport au pied mère) a été mesurée afin d'apprécier l'étendue de la régénération.

3.2.4.2 Les paramètres à relever

Nous basant sur les hypothèses définies au départ, cet inventaire consiste à :

- noter la variation du nombre suivant le stade de développement (voir plus bas pour la définition) afin d'évaluer le dynamisme de la régénération.

- observer les facteurs qui peuvent influencer le processus de la régénération.

Les quelques facteurs que nous avons retenus sont : le type de forêt, la nature du pied mère, l'épaisseur de la litière, et le degré de recouvrement.

Les paramètres que nous avons évalués sont : le nombre de plants par touffe et le stade de développement de la régénération.

* Type de forêt

Ce sont les deux types de forêt ainsi définis dans le §4.1.1.

Il s'agit de la forêt de "type 1" ou la forêt haute (la vraie forêt littorale) et la forêt de "type 2" ou la forêt périodiquement inondée. En réalité, le type de forêt n'est pas un paramètre à relever. Il est inscrit à l'entête de la fiche de relevé, c'est-à-dire, dans quel type de forêt le relevé a eu lieu.

* L'épaisseur de la litière

L'épaisseur de la litière est prise en compte dans cette étude par le fait qu'elle peut défavoriser la régénération suite à sa faible rétention en eau et du fait qu'elle pourrait empêcher la graine d'arriver au sol. Pourtant, pour la germination, l'humidité est un facteur nécessaire et indispensable en association avec la chaleur, de même que le contact avec le sol.

L'épaisseur de la litière a été obtenue en la notant en classe : fine, moyenne et épaisse.

Le tableau ci-après fait état de la classification que nous avons adoptée :

Tableau 3 : Classification de la couverture du sol suivant l'épaisseur de la litière

| Classe d'épaisseur | fine (EP1) | moyenne (EP2) | Épaisse(EP3) |
|--------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------|
| Caractéristiques | moins de 5 cm d'épaisseur (EP < 5 cm) | 5cm < épaisseur < 15 cm (5 cm < EP < 15 cm) | Ep > 15 cm) Épaisseur > 15 cm |

Cette classification relève d'une appréciation personnelle. Elle a été définie afin d'obtenir des données réparties en classes, utiles pour le traitement des données.

* Le degré de recouvrement :

La lumière joue un rôle primordial pour la réussite de la régénération naturelle. En effet, elle apporte de la chaleur pour déclencher la germination en association avec l'humidité. Elle est aussi un élément indispensable pour l'assimilation chlorophyllienne des plantes.

Pourtant, c'est un facteur difficile à quantifier. Pour mesurer l'intensité de la lumière, il faut un appareil adéquat (luxmètre). Par ailleurs, il faut tenir compte de la nature, de la qualité et de la durée d'insolation. C'est pourquoi, la notion de degré de recouvrement est introduite.

" Le degré de recouvrement exprime la part de la surface du peuplement occupée par la projection des couronnes. Un degré de recouvrement de 1,0 indique que la projection des couronnes recouvre la totalité de la surface. Comme on ne prend pas en compte les recouvrements multiples, le degré de recouvrement ne peut excéder cette valeur de 1,0." (SCHÜTZ, 1990).

A cet effet, nous avons tenu compte de l'étendue des houppiers des grands arbres poussant autour de la régénération.

Nous avons établi les classes de lumière suivant le degré de recouvrement et la possibilité de recevoir la lumière latérale. Le degré de recouvrement pour l'ensemble des touffes est apprécié visuellement.

Tableau 4 : Classification du degré de recouvrement

| Classe | Entièrement recouvert | Partiellement recouvert | A découvert |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Critères | -aucune possibilité de recevoir de la lumière directe -possibilité de recevoir la lumière latérale pour une partie de la journée seulement | -possibilité de recevoir de la lumière directe en une partie de la journée -possibilité de recevoir de la lumière latérale pour une grande partie de la journée | - recevoir la lumière directe toute la journée |

Trois classes sont ainsi définies :

- entièrement recouvert : c'est le cas des touffes issues de pieds mères "arbres" à l'intérieur d'une parcelle et entourées de grands arbres,
- partiellement recouvert : ce cas pourrait se produire au niveau des touffes issues d'un arbre semencier poussant près des clairières. Il peut avoir lieu pour les touffes près d'un arbre coupe

dont la canopée n'est pas encore reconstituée. Il pourrait se produire aussi au niveau des touffes issues de souches fraîches.

- à découvert : ce cas se présente pour les touffes issues des arbres poussant en bordure des parcelles. Il en est de même pour la régénération atteignant le stade de perchis. En effet, à ce stade les arbres peuvent bénéficier de la lumière directe.

* Etat du pied mère

Faisant suite à l'étude du degré de recouvrement, il y a lieu d'observer l'état du pied mère, et ceci en vue d'estimer la durée pendant laquelle la régénération a déjà bénéficié de la lumière. L'état du pied mère pourrait refléter les périodes où les graines ont été produites, et par suite, la date probable de l'ensemencement.

Nous avons distingué quatre types de pieds mère :

- Arbre : l'arbre semencier se trouve sur place et continue encore à donner des graines,
- Souche fraîche : quand l'arbre semencier a été abattu alors que l'écorce et l'aubier de la souche sont encore visibles sur place.
- Souche moyennement dégradée : quand la souche présente de l'écorce et de l'aubier en voie de décomposition mais encore identifiable.
- Souche pourrie : quand il ne reste plus que le cœur du bois.

* Stade de développement

Au niveau de la régénération, quelle que soit la formation naturelle, il est difficile de définir l'âge des plants. Pourtant, l'âge du peuplement est un des critères typologique et sylvicole les plus significatifs. Il se trouve en relation étroite avec la dynamique du développement (SCHUTZ, 1990).

Le stade de développement est défini comme "L'évolution d'un peuplement à travers ses divers états de développement, depuis le semis, éventuellement jusqu'au stade de fourré, gaulis, perchis (bas perchis, haut perchis), jeune futaie, futaie." (METRO, 1975).

Le stade de développement est défini à partir des dimensions des arbres (plus particulièrement par leurs diamètres).

Le stade de développement est un moyen pour classer la régénération. En outre, il permet de définir les interventions sylvicoles à préconiser.

Avec la classification adaptée d'après DAGET (CNRS) puisée dans le cours de BLASER (1988), neuf stades de développement ont été définis. Le tableau suivant donne cette classification.

Tableau 5 : Les neufs stades de développement

| | Stade de développement | Caractéristiques dendrométriques |
|---|------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Semis | $h < 25 \text{ cm}$ |
| 2 | Recrû | $25 \text{ cm} < h < 50 \text{ cm}$ |
| 3 | Fourré | $50 \text{ cm} < h < 1 \text{ m}$ |
| 4 | Gaulis | $1 \text{ m} < h < 4 \text{ m}$ |
| 5 | Bas perchis | $4 \text{ m} < h < 8 \text{ m}$ $5 \text{ cm} < d < 10 \text{ cm}$ |
| 6 | Haut perchis | $8 \text{ m} < h < 16 \text{ m}$ $10 \text{ cm} < d < 20 \text{ cm}$ |
| 7 | Jeune futaie | $16 \text{ m} < h < 25 \text{ m}$ $20 \text{ cm} < d < 35 \text{ cm}$ |
| 8 | Futaie moyenne | $20 \text{ m} < h < 35 \text{ m}$ $35 \text{ cm} < d < 50 \text{ cm}$ |
| 9 | Vieille futaie | $25 \text{ m} < h < 40 \text{ m}$ $d > 50 \text{ cm}$ |

* Le nombre de plants par touffe

Il s'agit de dénombrer les plants de régénération qui poussent autour d'un pied mère (éventuellement de souche). Ce dénombrement a permis d'étudier la variation de plants par touffe suivant les paramètres considérés (nature du pied mère, stade de développement, degré de recouvrement, etc).

En effet, le nombre de plants par touffe pourrait renseigner sur le dynamisme de la régénération dans le temps et dans l'espace.

* Paramètres mesurés au niveau des plants de régénération

L'unité de mesure est constituée par les jeunes plants de Hintsy, quel que soit leur stade de développement, qui pourrait être du semis ayant juste émis des pré feuilles jusqu'au haut perchis.

Le tableau 6 suivant nous résume les paramètres mesurés suivant le stade de développement :

Tableau 6 : Les paramètres mesurés suivant le stade de développement

| Stade | Nombre par unité | D1,3 (cm) | Hauteur totale (dm) | Hauteur du fût (dm) | Rectitude du fût |
|----------------|------------------|-----------|---------------------|---------------------|------------------|
| Semis | X | | | | |
| Recrû | X | | | | |
| Fourré | X | | | | |
| Gaulis | X | X | X | | |
| Bas perchis | X | X | X | X | X |
| Haut perchis | X | X | X | X | X |
| Jeune futaie | X | X | X | X | X |
| Futaie moyenne | X | X | X | X | X |
| Vieille futaie | X | X | X | X | X |

3.2.5 Inventaire au niveau de la végétation accompagnante

3.2.5.1 Dispositif

Dans l'optique d'analyser la structure et la composition floristique avoisinant le pied de Hintsy, nous avons inventorié les tiges des arbres l'accompagnant.

L'inventaire a été fait par compartiment. La technique de compartimentation repose sur la distribution théorique type de tiges par classe de diamètre. Cette distribution théorique stipule que le nombre d'arbres décroît au fur et à mesure que les classes diamétriques tendent vers les gros diamètres, et ceci en considérant toutes les essences sur une surface donnée.

De cette distribution théorique, la surface utile pour inventorier les tiges de petits diamètres est plus petite que celle pour les tiges de gros diamètres.

L'unité d'échantillonnage est une placette de 10 m x 10 m. Le dispositif élémentaire combine 3 compartiments :

- un compartiment dénommé A de 10 m x 10 m pour l'inventaire des tiges de plus de 10 cm de diamètre,
- un compartiment B de 2 m x 10 m pour l'inventaire des tiges entre 1 cm et 10 cm (non compris) de diamètre,
- un compartiment C de 2 m x 2 m pour le comptage de sous bois.

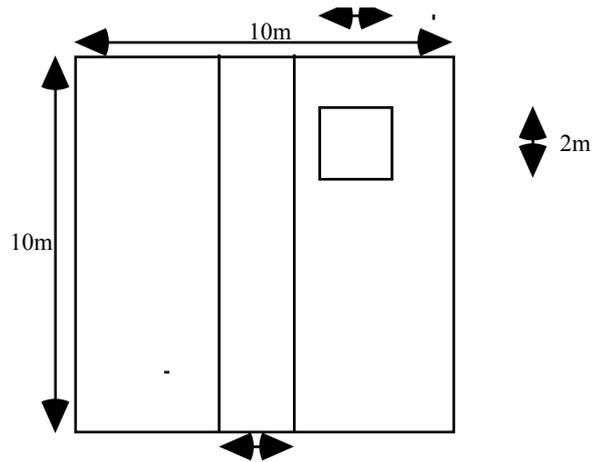


Figure 4 : Schématisation de la placette d'inventaire

3.2.5.2 Emplacement des placettes et taille de l'échantillon

L'emplacement des placettes suit la réparation des touffes ainsi échantillonnées. Chaque placette a été installée de façon à inclure l'arbre semencier (éventuellement la souche) et délimite la grande partie des plants de régénération.

Ainsi, aux 80 touffes échantillonnées correspondent 80 placettes pour le relevé de la végétation.

Pour la taille des échantillons, elle est de 8000 m² pour le compartiment A, 1600 m² pour le compartiment B et 320 m² pour le compartiment C.

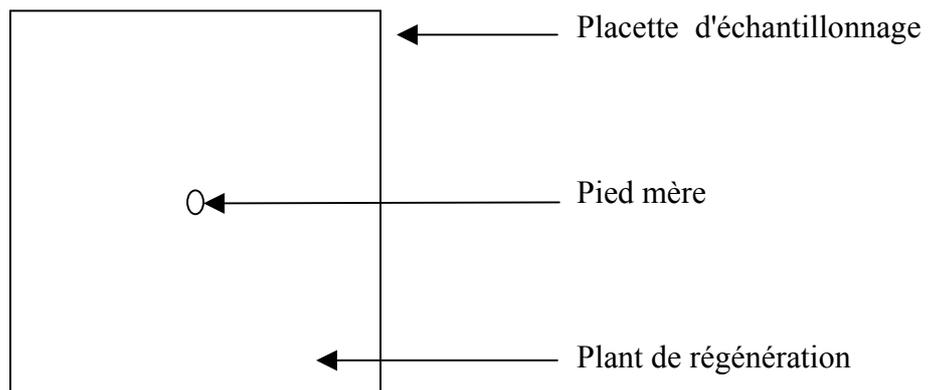


Figure 5 : Schéma - type de l'emplacement des placettes

3.2.5.3 Unité de mesure et les paramètres à relever

L'unité de mesure est constituée par les arbres, arbustes et palmiers dont le seuil de diamètre varie suivant le compartiment.

Le tableau suivant résume l'inventaire suivant la compartimentation.

Tableau 7 : Seuil d'inventaire et paramètres à mesurer suivant la compartimentation

| | Seuil d'inventaire | Paramètres à mesurer |
|---|------------------------------------|--------------------------------------|
| A | $d \geq 10$ cm de diamètre | noms vernaculaires, d1,3, Htot, Hfût |
| B | $1 \text{ cm} < d < 10 \text{ cm}$ | noms vernaculaires, d1,3, Htot |
| C | $D < 1 \text{ cm}$ | Noms vernaculaires, nombre |

3.3 Analyse des données

Nos objectifs consistent à :

- comparer les deux types de forêt d'après les différents paramètres considérés,
- montrer la dépendance qui pourrait exister entre un paramètre par rapport aux autres facteurs étudiés.

La comparaison des deux forêts a été faite soit à l'aide d'un test T de Student soit par le test de χ^2 de Poisson sur le tableau de contingence.

La dépendance a été évaluée avec le test de χ^2 . Les tableaux de contingence croisent deux caractères disposés en ligne et colonnes.

Pour le test d'indépendance, l'hypothèse nulle a été formulée comme suit " il n'y a pas d'indépendance entre les deux critères croisés."

3.3.1 Analyse des données de la régénération naturelle

* Densité de touffes par hectare

La densité de touffes par hectare est évaluée au niveau de chaque parcelle échantillonnée. Elle est donnée par le rapport entre le nombre de touffes inventoriées sur la surface de la parcelle :

$$N = \frac{\text{Nombre de touffe inventorié es dans la parcelle (NB)}}{\text{Surface de la parcelle (ha)}}$$

La densité moyenne par hectare pour chaque type de forêt est ensuite évaluée avec la formule

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n N_i}{\text{NB de parcelle concernée}}$$

Les moyennes des deux types de forêt sont ensuite comparées par un test d'homogénéité, en supposant que la densité moyenne par hectare pour les deux types de forêt est Égale. Le test de signification et l'intervalle de confiance d'une différence de deux moyennes sont Étudiés. L'hypothèse nulle (la densité moyenne par hectare pour les deux types de forêt n'est pas différente) est rejetée lorsque t observé est supérieur ou égal à t de la table.

* Relation entre les différents paramètres considérés

L'analyse des données consiste à déterminer les relations qui existent entre les facteurs stationnels (avec leurs différentes modalités) et les formes de la régénération (nombre de plants par touffe, stade de développement).

Cette analyse est faite par le test d'indépendance.

3.3.2 Analyse des données de la végétation accompagnante

3.3.2.1 Structure floristique

La structure floristique comprend la richesse floristique et la diversité floristique. La richesse floristique est traduite par le nombre total d'espèces présentes ou répertoriées sur une surface donnée.

La diversité floristique correspond à la manière dont les espèces se répartissent entre les individus présents.

Pour cette étude, la structure floristique est analysée de façon à ce que les essences les plus compagnes pour le Hintsy soient identifiées.

Cet accompagnement est évalué par la fréquence d'une espèce à chaque relevé dans les placettes.

La formule utilisée est :

$$F_i = \frac{n_i}{N} \times 100$$

n_i est le nombre de placettes où une espèce i est présente

N est le nombre total des placettes

3.3.2.2 Structure horizontale

* Abondance :

L'abondance traduit l'effectif des tiges (d'une espèce ou d'un type biologique) dans un peuplement, pour un seuil de diamètre donné dans une unité de surface fixée.

L'abondance absolue est l'effectif d'une espèce (ou d'un type biologique), rapporté à l'unité de surface égale à 1 ha. Par contre, l'abondance relative donne le pourcentage d'une espèce (ou d'un type biologique), eu égard au nombre de tiges recensées. L'unité est N/ha, qui traduit le nombre de tiges par hectare.

* Dominance :

La dominance traduit le degré de remplissage d'un peuplement. Elle est obtenue avec le calcul de surface terrière suivant la formule:

$$G = \sum_{i=1}^n g_i = \sum_{i=1}^n \frac{\pi}{4} d_i^2$$

exprimée en m²/Ha où d_i est le diamètre de l'arbre i .

L'évaluation par hectare de la surface terrière donne la dominance absolue. La dominance relative permet d'apprécier la surface occupée par une espèce ou un type biologique dans l'ensemble de peuplement.

* Volume :

Le volume sur pied nous renseigne sur la potentialité de la forêt en matière de production de bois sur pied.

Le volume est évalué en m³/Ha et est donné par la formule

$$V = \sum v_i = \sum (0,53 \times g_i \times h_i)$$

où g_i est la surface terrière de l'arbre i et h_i sa hauteur , 0.53 le coefficient de forme

Cette formule a été conçue par Dawkins. Cet auteur, pour estimer le volume total d'un arbre (Écorce comprise), a suggéré de multiplier par 0.526 le produit de la surface terrière par la hauteur. Il a pu développer cette formule d'après les données qu'il a recueillies à Trinidad, Puerto Rico et en Europe (Dawkins, 1959 et 1961, cité par Fournier 1983).

3.3.2.3 Structure totale

C'est la répartition des tiges suivant les classes diamétriques (ROLLET, 1969). La structure totale Étudie la distribution et la variabilité du nombre de tiges par classe de diamètre. Dans notre cas, Nous avons adopté l'intervalle de classe de 5 cm.

Cette structure totale est représentée sous forme de courbe en coordonnées semi-logarithmiques : les diamètres sont en abscisse avec les valeurs non transformées et le nombre de tiges par classe de diamètre est exprimée en coordonnées logarithmiques.

3.4 Traitement des données

Les informations récoltées sur terrain sont traitées par le biais de l'informatique. Nous avons utilisé trois logiciels : Excel 4.0 et Statview SE sur Macintosh et STATITCF version 5 sur Personal Computer. Les données sur l'ensemble de la végétation ont Été saisies sur le tableur de Excel 4 avec lequel a été réalisée l'exploitation des fichiers.

Pour les données relatives à la régénération naturelle, nous avons travaillé avec STATITCF. Ce logiciel nous a permis de sortir le tableau de BURT et de faire l'analyse factorielle des correspondances (AFC).

Le tableau de BURT nous renseigne sur :

- Les blocs diagonaux qui sont des matrices diagonales dont les éléments diagonaux sont les effectifs correspondant à chaque modalité.
- Les blocs non diagonaux qui sont les tableaux de contingence croisant les réponses aux 2 questions considérées. (DERVIN, 1990).

Le tableau de BURT peut se présenter sous 2 formes :

- tableau des effectifs qui nous a permis de faire le test d'indépendance entre les deux critères croisés.
- tableau des proportions qui nous sert de bases pour Éditer des graphiques sur Excel.4.0.

En effet, les valeurs apparues sur les blocs non diagonaux des tableaux de proportion sont saisies sur tableur pour l'Édition des graphiques.

L'analyse factorielle des correspondances (AFC) part des tableaux de contingence qui présentent le croisement des différents paramètres entre eux (type de forêt, nature du pied mère, degré de recouvrement, épaisseur de la litière, nombre de plants par touffes, stade de développement).

Elle a pour objet de décrire sous forme de graphique l'information contenue dans ce tableau de contingence. Ce tableau n'est autre que la synthèse des données provenant de l'inventaire.

" Le terme de correspondance dans AFC (Analyse Factorielle des Correspondances) provient du fait que l'on cherche à mettre les caractères en correspondance." (DERVIN, 1990).

En résumé, AFC décrit la dépendance ou la correspondance entre les ensembles des caractères. Ainsi, AFC est essentiellement descriptive. Il ne peut ressortir de cette analyse que les phénomènes qui sont présents dans les données de bases. C'est donc une première étape de l'étude, destinée à appliquer les données. La grande partie de l'exploitation de données découle des observations sur terrain.

4. RESULTATS

4.1 Caractéristiques botaniques et écologiques du Hintsy

4.1.1 Dénomination de l'essence

En Asie, le genre *Intsia* est représenté par deux espèces : *Intsia bijuga* et *Intsia palembanica*, mais ces deux espèces poussent rarement ensemble. *Intsia bijuga* se rencontre plutôt sur les régions côtières alors que *Intsia palembanica* se trouve plus à l'intérieur des terres sur des basses collines et sur les rives. (N.A.S, 1979).

En Afrique, quelques espèces du genre *Afzelia* s'apparentent au genre *Intsia* et produisent du bois de même qualité. Le port des arbres se ressemble. Parfois, ces espèces sont classées par certains auteurs dans le systématique comme un seul genre. Ce sont particulièrement "*Afzelia africana*" "*Afzelia pachyloba*", "*Afzelia bipindesis*" de l'Afrique occidentale (connues sous le nom commercial : Apa ou *Afzelia*), *Afzelia quazensis* de l'Afrique centrale (Malawi, Rhodésie), *Afzelia xylocarpa* et *Afzelia rhomboïdes* du Sud Est de l'Asie (commerciallement appelée " Tindalo" ou " Mallaca teak").

Le Hintsy est connu sous différents noms vernaculaires : **GO nuoc** (Cochinchine), **Merbau** (Malaisie), **Ipil** (Philippines), **Kivil** (Nouvelle Guinée), **Vesie** (Fidji) et **Kohu** (Nouvelle Calédonie).

Partout où elles poussent, ces essences font toujours partie des espèces à bois les plus recherchés. Commerciallement, le Hintsy est connu sous deux noms : "Hintsy" (ou faux gaïac) en France et "Merbau" en Angleterre.

Le Hintsy (*Afzelia bijuga*, **A.GRAY**= *Intsia bijuga*, **O.Kze**) appartient à la famille des LEGUMINOSAE . A Madagascar, le Hintsy est représenté par une seule espèce : *Intsia bijuga*. Il est appelé localement "**Hintsina**" ou "**Hintsy**" sur la côte orientale, "**Tsararavina**" dans le Sambirano et "**Harondranto**" dans le Sud-Est.

4.1.2 Aire de répartition

Le Hintsy n'est pas particulier à Madagascar et à l'archipel des Mascareignes. C'est une espèce pantropicale des côtes de l'Asie et du Sud Ouest du Pacifique. Il peut se trouver sous climat tropical humide. Géographiquement, l'aire de répartition s'étend entre 25° latitude Sud et 25° latitude Nord (Fig. 1). *Intsia bijuga* colonise:

- les forêts côtières d'Asie qui font suite à la Mangrove : Malaisie, Siam, Cochinchine, Polynésie (B.F.T. n°17,1951).
- les îles du Sud Ouest du Pacifique : Papouasie Nouvelle Guinée, îles Salomon, Fiji (N.A.S.,1979).
- la forêt littorale bordant la côte orientale de Madagascar.

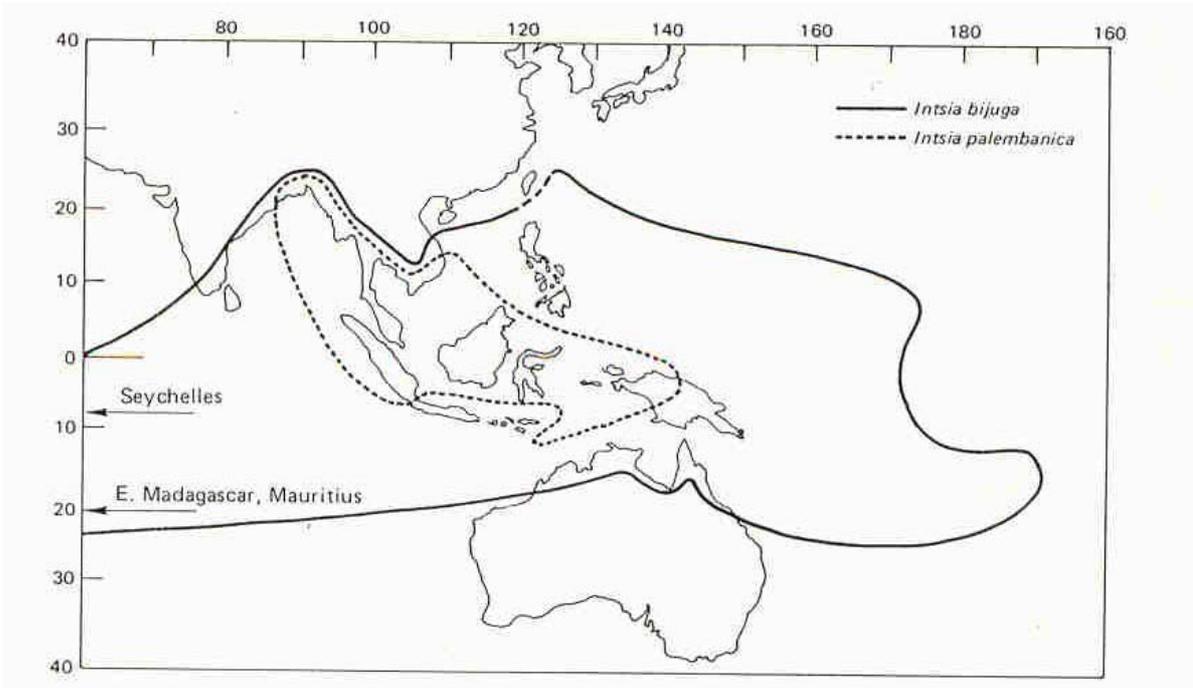


Figure 6: Aire de répartition de *Intsia* dans le monde (in Tropical Legumes: Ressources for the Future, p. 218)

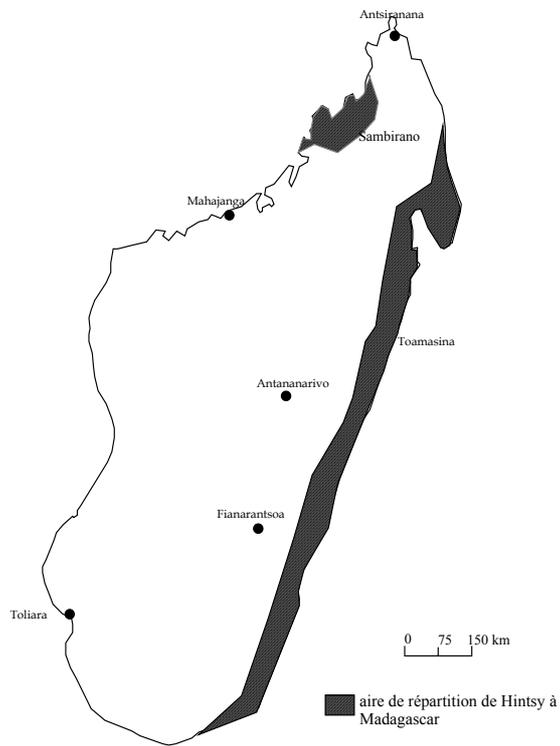


Figure 7 : Aire de répartition de *Hintsy* à Madagascar

A Madagascar, en effet, le Hintsy est une essence caractéristique des forêts de basse altitude (moins de 300 m d'altitude) du Domaine oriental et du Sambirano qui est la zone la plus arrosée de l'île, sous l'influence de l'alizé. On le rencontre abondamment depuis Antalaha jusqu'à Mahanoro, avec les régions de Maroantsetra et d'Antalaha comme principaux centres de production (B.F.T. 1951) .

Intsia bijuga est une espèce côtière.

4.1.3 Caractéristiques dendrologiques

C'est un arbre de grandes dimensions (pouvant atteindre plus de 30m de haut, et jusqu'à 1m de diamètre). L'arbre sur pied est caractérisé par un fût souvent bas branchu, surtout quand il est isolé. Le houppier est en forme de parasol, ayant une masse foliaire dense. L'écorce est lisse de couleur grisâtre à brune selon l'âge. Les feuilles sont composées de 2 (à 4 ou 6 folioles), à limbes asymétriques. Les fruits sont des gousses comprimées de grandes dimensions (150 - 200mm x 50 mm). Les graines sont lourdes (poids de 1000 semences = 4000 à 5000g). La dissémination est du type barochore. A maturité, les graines sont emportées par leur propre poids et tombent autour du semencier. Naturellement, la multiplication se fait par voie sexuée. Les graines ainsi germées donnent naissance à des touffes de régénération autour du pied mère.

Des excroissances cylindriques appelées " rokotrihintsy" sont souvent rencontrées sur le tronc et les grosses branches. Ces excroissances affectent seulement l'écorce et elles attirent les fourmis.

Sur l'identité de l'espèce, un certain polymorphisme des feuilles sur la dimension permet de distinguer le "Hintsy" à grandes feuilles et le Hintsy à petites feuilles. Toutefois, "il s'agit de la même espèce botanique".

Le Hintsy est une espèce décidue. La défeuillaison peut avoir lieu plusieurs fois dans l'année (1 à 3 fois par an). Les principales périodes d'activités foliaires se situent entre Octobre et Novembre (GACHET, 1971).

La floraison n'est pas régulière. Elle peut avoir lieu entre mars et décembre, et pourrait se produire 2 fois sur un même pied dans une année. Il en est de même pour la fructification (GACHET,1971).

4.1.4 Caractéristiques technologiques et utilisation

Le bois de Hintsy est dur et lourd ($d = 0,75$ à $0,92$ g/cm³). Il est à retrait faible, peu nerveux et à grain grossier (RAKOTOVAO et PARANT, 1985).

Le cœur et l'aubier sont bien différenciés. Le bois parfait a une teinte jaune orangé plus ou moins rougeâtre à l'état frais, et prend la teinte brun havane en séchant. Cependant, les conditions écologiques auxquelles les arbres sont soumis peuvent affecter les teintes et les propriétés physiques du bois. Il y a donc lieu de distinguer le "Bariatra" à bois jaune clair

assez tendre poussant sur les alluvions et dans les forêts denses, et le "Kovika" à bois foncé et plus dur qui pousse dans les clairières, en lisière ou dans les forêts côtières dégradées.

Le bois de Hintsy est très résistant aux intempéries, aux pourritures, aux insectes xylophages et aux termites (N.A.S., 1979)

Depuis longtemps, *Intsia bijuga* a été utilisé comme bois de construction, de charpente et de pilotis, même pour les traverses de chemin de fer. Jusqu'à présent, le Hintsy est considéré comme un excellent bois de menuiserie et d'ameublement : il donne du parquet de luxe.

4.2 Variations des différents paramètres selon les types de forêt

4.2.1 Densité des touffes

La prospection des pieds mères a permis de trouver 285 touffes dont 204 pour la forêt de type 1 (forêt littorale haute) et 81 pour la forêt de type 2 (forêt périodiquement inondée).

En tenant compte de la répartition de ces touffes dans chaque parcelle, des descriptions statistiques ont été faites et données dans le tableau suivant.

Tableau 8 : Description statistique du nombre de touffes pour les deux types de forêt

| | Type 1 | Type 2 |
|-----------------------------------|--------|--------|
| Nombre moyen de touffes/ ha | 6.7 | 2.6 |
| Ecart type | 3.4 | 1.5 |
| Intervalle de confiance inférieur | 4.5 | 1.2 |
| Intervalle de confiance supérieur | 8.8 | 4 |

La *forêt littorale haute* contient plus de touffes par rapport à la *forêt périodiquement inondée*.

Pour la forêt haute (type 1), le nombre de semencier est 2,5 fois plus grand que celui de la forêt périodiquement inondée (type 2), si les deux types de forêt sont comparés par rapport à la densité de touffes à l'hectare.

Il semble que la forêt du type 1 (forêt littorale haute) est plus dynamique. Ce fait pourrait être attribué aux variations microstationnelles. En effet, pour la forêt de type 1, les houppiers sont plus jointifs, la canopée est relativement fermée. De ce fait, l'humidité au niveau du sol est maintenue, la régénération est favorisée. Par contre, pour la forêt périodiquement inondée, l'agencement des houppiers permet la pénétration de la lumière à l'intérieur de la forêt. Le sol de structure sableuse et très perméable devient sec. Les graines ont ainsi très peu de chance de germer.

Il faut aussi prendre en compte l'inondation périodique qui affecte la forêt de type 2. En effet, cela provoque un engorgement et asphyxie au niveau des plantules et pourrait déjà éliminer assez de semis.

4.2.2 Résultat par paramètre pour les deux types de forêt

Le tableau suivant fait état de la distribution des variables observées suivant les types de forêt.

Tableau 9 : Répartition des variables suivant les deux types de forêt

| | Forêt littorale haute | | Forêt périodiquement inondée | |
|---------------------------------------|-----------------------|------|------------------------------|------|
| | N | N% | N | N% |
| <u>Pieds mères :</u> | | | | |
| - Arbres | 36 | 69.2 | 13 | 46.4 |
| - Souche fraîche | 2 | 3.8 | 4 | 14.3 |
| - Souche moyennement dégradée | 7 | 13.5 | 5 | 17.9 |
| - Souche pourrie | 7 | 13.5 | 6 | 21.4 |
| <u>Dégré de recouvrement :</u> | | | | |
| - Entièrement recouvert | 18 | 34.6 | 4 | 14.3 |
| - Partiellement recouvert | 29 | 55.8 | 14 | 50.0 |
| - A découvert | 5 | 9.6 | 10 | 35.7 |
| <u>Epaisseur de la litière:</u> | | | | |
| - fine | 6 | 11.5 | 6 | 21.4 |
| - moyenne | 31 | 59.6 | 20 | 71.4 |
| - épaisse | 15 | 28.8 | 2 | 7.1 |
| <u>Stade de développement :</u> | | | | |
| - Stade de développement 1 | 40 | 76.9 | 20 | 71.4 |
| - Stade de développement 2 | 3 | 5.8 | 4 | 14.3 |
| - Stade de développement 3 | 9 | 17.3 | 4 | 14.3 |
| <u>Nombre de plants par touffes :</u> | | | | |
| - Classe1 : Nb < 10 | 10 | 19.2 | 7 | 25.0 |
| - Classe2 : 10 < Nb < 17 | 8 | 15.4 | 6 | 21.4 |
| - Classe 3 : 17 < Nb < 24 | 8 | 15.4 | 9 | 32.1 |
| - Classe 4 : 24 < Nb < 50 | 12 | 23.1 | 4 | 14.3 |
| - Classe 5 : Nb > 50 | 14 | 26.9 | 2 | 7.1 |

N : Nombre de cas recensés

De ce tableau, il ressort que :

- Concernant la nature du pied mère

- les 2 types de forêts présentent un pourcentage élevé d'arbres semenciers, respectivement 69,2% pour la forêt de type 1 et 46,4% pour la forêt de type 2.

Nous basant sur l'observation sur terrain, il est constaté que beaucoup de pieds adultes n'ont pas fructifié dans la forêt de type 2.

Cela pourrait provenir du problème phénologique. En effet, les conditions de la station peuvent influencer le rythme phénologique. Suite à la pauvreté relative du sol de la forêt de type 2, la fructification n'est pas régulière. Il se pourrait aussi que les arbres fructifient alors que les conditions requises pour la germination ne soient pas remplies. Il y a lieu de noter la structure de la forêt de type 2 qui présente une hauteur de voûte relativement basse, la chaleur au niveau du sol évapore l'humidité déjà réduite. La germination sera faible.

- il y a moins de souche fraîche dans le type 1 (forêt littorale haute) que dans le type 2 (forêt périodiquement inondée). Le nombre de souches inventoriées est faible pour l'ensemble de la forêt.

La présence de souche fraîche est à attribuer entre autres à l'éloignement de la forêt du type 2 qui fait l'objet de coupes illicites car la surveillance est peu assurée par les agents forestiers. Cela vient du fait que cette forêt se trouve loin du poste forestier.

Il apparaît que la forêt de type 1 est relativement épargnée par les vols de bois. Mais, il se pourrait aussi que par suite de leurs dimensions assez grandes, les pieds de Hintsy n'intéressent pas les voleurs. Il en est de même pour les souches dégradées et pourries.

- Degré de recouvrement

En observant la distribution des échantillons par rapport au degré de recouvrement suivant le type de forêt, il est constaté que :

- La forêt de type 1 présente un pourcentage élevé de degré de recouvrement avec C1 "entièrement recouvert" par rapport à la forêt de type 2. De plus, une grande partie des plants se trouve au stade juvénile.

- Le cas "partiellement recouvert" représente à peu près la moitié des observations aussi bien dans le type 1 que dans le type 2.

Sur terrain, nous avons pu observer que la majeure partie des taches de régénération poussent avec un degré de couverture "partiellement recouvert" et les touffes peuvent comprendre plusieurs stades de développement.

- Le cas "à découvert" est moins observé dans la forêt de type 1 que dans celle de "type 2." Ceci est dû au fait que le port des arbres, la masse foliaire ainsi que la forme du houppier ne sont pas les mêmes pour les 2 types de forêt : la biomasse épigée est plus fournie pour le type 1.

Nous avons constaté que ce cas se rencontre sur les des taches qui se trouvent à la lisière d'une parcelle ou avec des taches issues des souches.

- Epaisseur de la litière

La distribution des observations suivant l'épaisseur de la litière montre que :

- la fréquence de EP1 (fine: moins de 5 cm d'épaisseur) est faible dans le *type 1*, il en est de même pour EP3 (épaisse : supérieure à 15 cm d'épaisseur) dans le *type 2*. Ceci pourrait être attribué à la différence de production de masse foliaire dans les deux types de forêt, ainsi qu'à la vitesse de décomposition de la litière à cause du microclimat : la forêt haute est plus humide, car moins découvert, ainsi la décomposition est rapide.

- l'EP2 (moyenne : comprise entre 5 cm et 15 cm d'épaisseur) présente un effectif élevé quel que soit le type de forêt considéré. Cette épaisseur pourrait être considérée comme étant l'épaisseur de litière effective de la forêt.

- Stade de développement

- Le stade de développement 1 (dominance semis, recrû,) présente un pourcentage élevé aussi bien dans le type 1 que dans le type 2.

En effet, la grande partie de nos échantillons comprennent des pieds mères encore sur place, il y a encore assez de production de graines au niveau de ces arbres et les plants au stade de semis abondent.

- Le stade de développement 2 (à dominance gaulis) est moins présent dans le type1. Comme la forêt de type 1 présente une structure fermée, les plantules ne peuvent pas bénéficier d'assez de lumière. Cette dernière intervient pourtant d'une manière importante sur la croissance des plants qui, à leur tour ne peuvent jamais dépasser le stade de plantule s'ils ne disposent pas de la quantité de lumière que requiert leur physiologie (FOURNIER, SASSON, 1983).

Le nombre réduit de touffes au stade de développement 2 (dominance gaulis) dans la forêt haute résulte de l'élimination et /ou l'arrêt de croissance par manque de lumière

- Nombre de plants par touffe

Pour le type 1 (forêt littorale haute), l'effectif des touffes appartenant aux classes "rg4"(nombre par touffe compris entre 24 et 50) et "rg5" (nombre de plants par touffe supérieur à 50) constituent 50% de l'ensemble. Par contre, pour le type 2, les classes "rg1"(nombre de plants par touffe par tache inférieur à 10) et "rg3" (nombre de plants par touffe comprise entre 17 et 24) sont bien représentées.

Ce fait montre que les touffes dans la forêt littorale haute présentent un nombre de plants par touffe plus élevé. Ce qui prouve le dynamisme de la forêt haute. En effet, pour ce

type de forêt, les conditions de la station, notamment humidité maintenue au niveau du sol, favorisent la germination.

- Répartition des régénérations aux différents stades de développement pour les deux types de forêt

Les figures suivantes montrent la distribution de la régénération aux différents stades de développement pour les deux types de forêt.

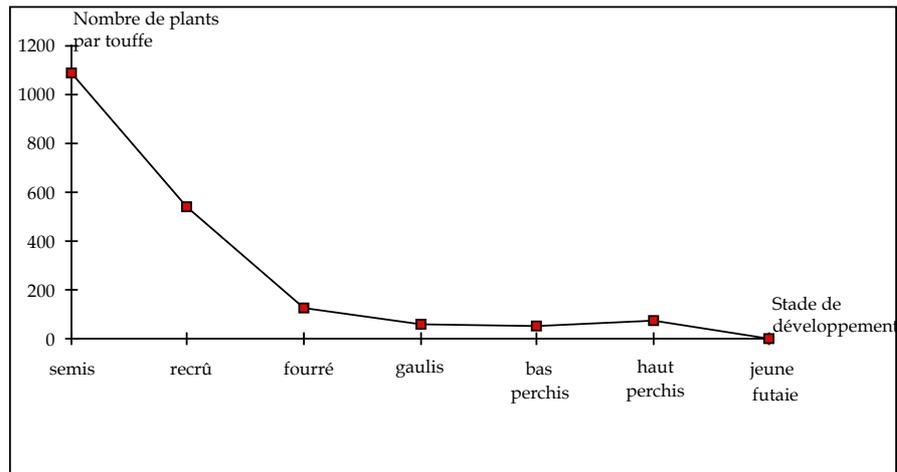


Figure 8: Répartition de la régénération suivant le stade de développement pour la forêt littorale haute.

Pour la forêt de type 1 : forêt littorale haute, il est observé que :

- Plus de la moitié de la régénération recensée appartient au stade semis,
- Le semis et le recrû constituent 84% du nombre de plants par touffe inventoriée.

Ce qui montre une forte production de plantules au niveau de la régénération naturelle pour le Hintsy.

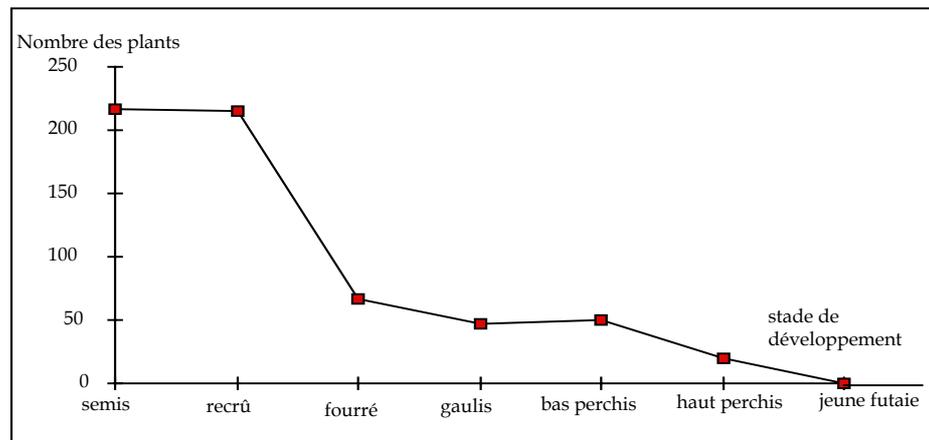


Figure 9 : Répartition de la régénération suivant le stade de développement pour la forêt périodiquement inondée

Pour la forêt de type 2 : forêt périodiquement inondée, il est constaté que:

- Les stades semis et recrû représentent respectivement 38% et 33% du nombre de plants inventoriés.

- Les pourcentages de fourré, gaulis, bas perchis et du haut perchis sont relativement moins élevés par rapport à ceux du semis et du recrû (9,74% ; 8%, 8,7%). C'est compréhensible car il y a élimination naturelle par la concurrence (diminution de nombre de tiges suivant l'âge).

La régénération aux stades semis et recrû présente une densité élevée. En effet, l'inventaire a montré que la régénération à ces stades de développement donne un nombre de plants par touffe supérieur à 20.

En comparant les deux figures, il apparaît que la diminution de la densité en passant d'un stade de développement inférieur à un stade supérieur ne diffère pas pour les deux types de forêt.

La diminution de nombre la plus flagrante se situe entre le stade de développement recrû et le stade fourré. Effectivement, la concurrence commence à se manifester au stade fourré.

Par ailleurs, ce fait est à attribuer entre autres à :

- la concurrence intra et extra spécifique,
- la compétition en nutriments et en lumière.

En bref, cette diminution de nombre résulte de la sélection naturelle que les jeunes plants subissent à un stade de développement donné. Seuls les plus compétitifs résistent et continuent leur cycle biologique.

Tableau 10 : Répartition des régénérations suivant le stade de développement dans les touffes

| Stade de développement | semis | recrû | fourré | gaulis | bas perchis | haut perchis | jeune futaie |
|--------------------------------|-------|-------|--------|--------|-------------|--------------|--------------|
| Nombre de placettes concernées | 8 | 9 | 3 | 6 | 21 | 17 | 1 |
| % de placettes concernées | 2,5% | 3,75% | 1,25% | 0% | 25% | 21% | 1,25% |

De ce tableau, il ressort que :

- Le nombre de placettes contenant la régénération au stade semis et recrû est relativement élevé. Ainsi, les stades de développement semis, recrû sont les plus poussés.

- La somme des nombres de placettes concernées dépasse largement le nombre d'échantillons (80), ce qui veut dire que plusieurs stades de développement peuvent se rencontrer dans une placette. Ce fait paraît évident car les plants constituant les touffes ne devraient pas être issus d'un même ensemencement. Aussi, il y a lieu de considérer :

- * l'échelonnement de levé de germination des graines,
- * la concurrence intra et inter spécifique,
- * la différence de temps de production des graines.

- Variation des différents facteurs selon les types de forêt - Test d'indépendance par χ^2

Le tableau suivant fait état des résultats statistiques de l'analyse du tableau de contingence, pour le test d'indépendance entre les types de forêt et les différents facteurs considérés.

Tableau 11 : Test d'indépendance

| Facteurs considérés | ddl(n-1) | χ^2 95% | χ^2 observé |
|-------------------------|----------|--------------|------------------|
| Nature du pied mère | 3 | 7,81 | 5,135 |
| Degré de recouvrement | 2 | 5,99 | 9,46 |
| Epaisseur de la litière | 2 | 5,99 | 5,619 |
| Stade de développement | 2 | 5,99 | 1,684 |
| Nombre de régénération | 4 | 9,49 | 7,344 |

D'après l'analyse statistique relatée par le tableau ci dessus, il est mis en évidence que :

- Avec χ^2 observé égal à 5,1 et χ^2 (95%) égal à 7,8, l'hypothèse d'indépendance de deux critères est acceptée. Il y a une indépendance des deux critères de classification (type de forêt et nature du pied mère).

En effet, le type de forêt ne détermine pas la nature du pied mère. L'existence des souches à l'intérieur de la forêt n'est pas fonction du type de forêt (forêt périodiquement inondée, et forêt haute).

- A une probabilité de 95%, le χ^2 observé (9,46) est supérieur au χ^2 donné par la table (5,99).L'hypothèse d'indépendance des deux critères de classification (type de forêt et degré de recouvrement) est rejetée, c'est à dire que le degré de recouvrement est fortement influencé par le type de forêt.

L'observation sur terrain montre que les ports des arbres pour la forêt du type 2 laissent la lumière atteindre le sol. Effectivement, ce sont des arbres de petites dimensions, les houppiers ne sont pas jointifs. Les jeunes plants pourraient bénéficier de la lumière dès le stade de semis. Ce n'est pas le cas pour la forêt du type 2.

- Concernant le type de forêt et l'épaisseur de la litière, l'hypothèse d'indépendance de ces deux critères est acceptée avec l'intervalle de confiance au seuil de probabilité de 95%. Le type de forêt n'a pas d'influence sur l'épaisseur de la litière alors que les observations sur

terrain semblent être en contradiction avec cela. Ainsi, il y a lieu de considérer jusqu'à quel point la validité du test est assurée.

- Sur la distribution des échantillons suivant le stade de développement, avec χ^2 observé égal à 1,7 eu égard au χ^2 95% valant 5,9, l'hypothèse d'indépendance des deux critères de classification est acceptée, c'est-à-dire que le type de forêt n'a pas d'influence sur la distribution de régénération suivant le stade de développement.

Le stade de développement définit et montre l'évolution des jeunes plants au fil du temps. Il n'est pas fonction du type de forêt. Les plants se développent quel que soit le type de forêt. D'ailleurs, le développement des plants peut se poursuivre dès que les conditions requises sont remplies. Bien que la structure des deux forêts ne soit pas la même; elles permettent toutes les deux le développement des plants de régénération. La différence réside au niveau microstationnel : humidité relative, épaisseur de litière, quantité de lumière arrivée au sol, compétition spécifique etc,... Cette différence peut affecter la durée du cycle biologique et le nombre de plants survivant après toute sélection naturelle.

- Quant à la relation entre type de forêt et nombre de plants par touffe, l'hypothèse d'indépendance des deux critères de classification est acceptée. Le nombre de plants par touffe ne dépend pas du type de forêt. Il résulte des différents facteurs écologiques du milieu, entre autres la prédation et la concurrence.

Compte tenu de ces résultats statistiques, il peut être conclu que les différents paramètres considérés dans les types de forêt ne diffèrent pas pour le type de forêt. Toutefois, le cas de l'indépendance entre le degré de recouvrement et le type de forêt pourrait être expliqué par la différence au niveau structural seulement des deux types de forêts.

Cependant, il y a lieu de noter que le type de forêt peut influencer l'installation et le développement des plants de régénération par suite de la variation microstationnelle, il peut intervenir au niveau de la décomposition de la litière, la poursuite du cycle de développement des plants.

Dorénavant, nous n'allons plus distinguer nos données suivant le type de forêt, c'est à dire que nous allons étudier ensemble les deux types de forêt suivant les paramètres considérés. Ceci pour mieux comprendre l'interaction ou l'influence des différents paramètres étudiés sur l'installation et le développement des plants de régénération naturelle.

4.3 Relation entre le stade de développement et les autres facteurs stationnels

4.3.1 Le stade de développement et le nombre de plants par touffe

La figure 9 nous montre la distribution du stade développement suivant le nombre de plants par touffe.

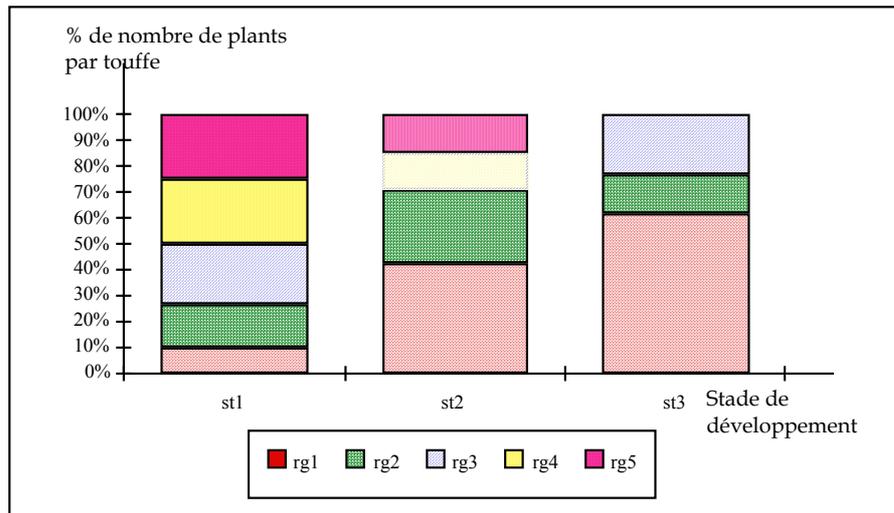


Figure 10 : Répartition du nombre de plants par touffe suivant le stade de développement

- Le nombre de plants par touffe inférieur à 10 (rg1) est de plus en plus présent en allant du stade de développement à dominance semis et recrû vers le stade de développement à dominance haut perchis. Le nombre de plants par touffe diminue quand les plants évoluent vers le stade supérieur. Cette diminution de nombre résulte des différents facteurs écologiques complexes, entre autres, la concurrence interspécifique, la recherche de lumière, la présence de prédation peuvent être citées.

- Le nombre de plants par touffe dans le stade 1 (dominance semis, recrû), est très varié. Il comprend toutes les différentes classes de nombre de plants par touffe mais la hauteur des bandes montre qu'à l'intérieur du stade 1 les classes de régénération 4 (nombre de plants par touffe compris entre 24 et 50) et 5 (nombre de plants par touffe supérieur à 50) sont plus représentées.

Cette variation de nombre au niveau du stade de développement 1 trouve son interprétation dans la différence de nombres de graines produites au niveau de chaque pied mère. La forte densité de semis ou de jeunes plants résulte de la forte production de fruits et l'abondance de graines, suivies d'une condition favorable de germination (humidité, chaleur); la faible densité pourrait être due à la présence de prédation, la concurrence vis à vis de nutriments dans le sol.

- Dans le stade de développement 2, "rg3"(nombre de plants par touffe compris entre 17 et 24) ne figure pas.

- Pour le "stade 3", 61,5% des effectifs sont de la classe "rg1"(nombre de plants par touffe inférieur à 10), "rg2"(nombre de plants par touffe compris entre 10 et 17) n'est que 15,4% et "rg3" (nombre de plants par touffe compris entre 17 et 24)est de 23,1%. Les classes de régénération 4 et 5 (nombre supérieur à 24 par touffes) ne figurent pas dans le stade de développement 3. Aucun échantillon dont le stade de développement est à dominance haut perchis ne présente un nombre de plants par touffe supérieur 24.

Les plants au stade de développement 3 ont déjà subi les différentes sélections naturelles (sélection de prédation, compétition pour la lumière et pour les nutriments dans le sol, et compétition pour des ressources inconnues). Le nombre de plants à l'issue de ces différentes sélections est réduit, il ne dépasse pas le nombre de 24 par touffe (rg 3).

- Le pourcentage du stade 1 (dominance semis, recrû,) augmente au fur et à mesure que la classe de régénération va de la classe inférieure à la classe supérieure. Dans le stade 1, le nombre de plants par touffe est très légèrement inférieur à 10. Ce stade correspond à la première phase de la vie des plants à l'issue de la germination, le nombre élevé des plantules montre l'accomplissement des conditions de germination.

Les facteurs d'installation sont suffisants mais les facteurs de développement ne sont pas remplis. Seuls les plus compétitifs survivent.

4.3.2 Le stade de développement et la nature du pied mère

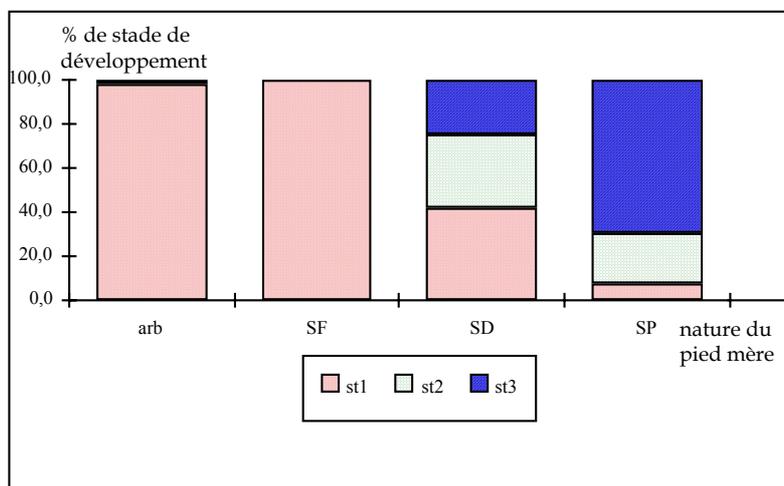


Figure 10 : Les différents stades de développement et les pieds mères

- Quand le pied mère est un arbre, la production de graines continue toujours. Mais le développement des plants vers le stade supérieur est conditionné par différents facteurs (entre autres la lumière). Comme la germination a lieu sous l'ombrage du pied mère, la croissance est presque nulle car l'assimilation chlorophyllienne ne se déroule pas comme il faut. Le

développement stagne au niveau du stade semis et /ou recrû. Rares sont les plants qui peuvent se développer avec la présence du pied mère "arbre".

- il n'y a ni "arbre" ni "souche fraîche" qui produit de la régénération appartenant au stade 2 (dominance gaulis),

- le stade de développement 1 peut être donné par tous les différents types de pieds mères identifiés. C'est évident car le développement des arbres commence par ce stade. Pour le pied mère "arbre", la raison a été déjà évoquée plus haut. Pour les souches (fraîche, moyennement dégradée), l'existence des plants au stade de développement 1 (à dominance semis, recrû) peut être expliquée par :

- l'échelonnement de levée de germination,

- la dormance méristématique apicale, qui a lieu au niveau des jeunes plants quand les conditions de croissance ne sont pas remplies.

Cependant, il est à remarquer que les plants au stade 1 diminuent quand la nature du pied mère " arbre" fait place à des souches.

- les souches fraîches donnent 100% de touffes appartenant au stade de développement 1 (dominance semis et recrû),

- les souches pourries donnent des pourcentages élevés de régénération au stade de développement 3 (dominances haut perchis) qui sont de l'ordre de 69,2%,

4.3.3 Le stade de développement et le degré de recouvrement

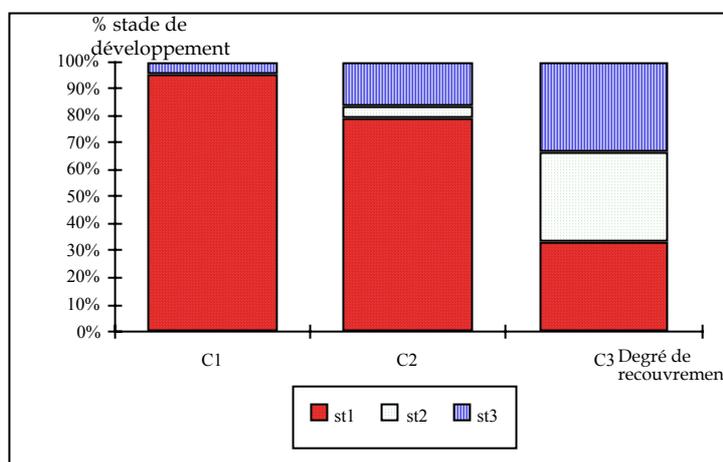


Figure 11 : Relation entre degré de recouvrement et stade de développement

- le stade de développement 1 (dominance semis, recrû) convient bien avec le degré de recouvrement "entièrement recouvert " (C1), et il est de moins en moins présenté à mesure que l'intensité du degré de recouvrement augmente. Suite à la dissémination de type barochore, les graines donnent naissance à des plantules sous l'ombrage du pied mère même.

- le stade de développement 2 (dominance gaulis) n'existe pas avec le degré de recouvrement "C1". Pour arriver au stade 2, les plants subissent la concurrence vis à vis de la

lumière. Comme le Hintsy est à tempérament "héliophile nomade", son développement ne peut être assuré à un certain stade que s'il bénéficie de la lumière. Il attend le moment favorable pour reprendre son développement.

- le stade de développement 3 (dominance haut perchis) se rencontre toujours quel que soit le degré de recouvrement et qu'il est de plus en plus présenté à mesure que le degré de recouvrement augmente. Il est à remarquer la proportion très faible qu'il présente au degré de recouvrement 1.

A ce stade, les plants de régénération atteignent plus ou moins la hauteur de la voûte, ils peuvent bénéficier de la lumière bien que la canopée soit fermée : la concurrence vis à vis de la lumière n'a plus lieu d'être. Ils ont déjà pris leur position sociale dans la structure de la forêt.

- Tous les stades de développement peuvent se rencontrer avec le degré de recouvrement C3 (à découvert). Ce qui veut dire que les plants au stade de développement 1 peuvent se développer à découvert à condition que le facteur humidité soit entretenu.

4.3.4 Test d'indépendance entre le stade de développement et les autres facteurs :

Tableau 12 : Résultats du test d'indépendance par l'analyse du tableau de contingence entre le stade de développement (n = 3) et les autres facteurs

| Facteurs considérés | ddl (n- 1) x(p-1) | χ^2 observée | χ^2 (95%) |
|---------------------------------|--------------------|-------------------|----------------|
| Nombre de régénération (p = 5) | 8 | 24,1 | 15,5 |
| Nature du pied mère (p = 4) | 6 | 59,8 | 12,6 |
| Degré de recouvrement (p = 3) | 4 | 22,4 | 9,5 |
| Epaisseur de la litière (p = 3) | 4 | 2,8 | 9,5 |

- **Le nombre de plants par touffe** : avec un seuil de probabilité de 95%, l'hypothèse d'indépendance entre nombre de plants par touffe et stade de développement est rejetée, c'est à dire qu'il y a une influence mutuelle entre nombre de plants par touffe et stade de développement. A partir d'un seuil supérieur ou égal à 0,995, l'hypothèse d'indépendance de ces deux critères est acceptée.

Ainsi, est ce qu'il peut être affirmé que la dépendance entre ces deux critères de classification impliquerait-elle une relation directe de cause à effet entre nombre de plants par touffe et stade de développement?

- **Nature du pied mère** : le χ^2 observée (59,8) est largement supérieur par rapport au χ^2 (0,95) qui vaut 12,6. L'hypothèse d'indépendance entre le stade de développement et la nature

du pied mère est indiscutablement rejetée. La nature du pied mère peut spécifier le stade de développement de la régénération, ceci par la période d'ensemencement.

- **Le degré de recouvrement** : le χ^2 observé (22,4) est largement supérieur à χ^2 (0,95) qui est de 9,5. L'hypothèse d'indépendance entre degré de recouvrement et stade de développement est indiscutablement rejetée. Il y a une dépendance stochastique entre stade de développement et degré de recouvrement. Effectivement, la lumière constitue le premier facteur qui conditionne le développement des jeunes plants.

Il se pourrait aussi que cette distribution de stade de développement suivant le degré de recouvrement dérive de la taille des plants. En effet, suivant leur stade de développement, les plants occupent différentes strates de la forêt.

4.4 Relation entre nombre de plants par touffe et les autres facteurs de la station

4.4.1 Le nombre de plants par touffe et la nature du pied mère

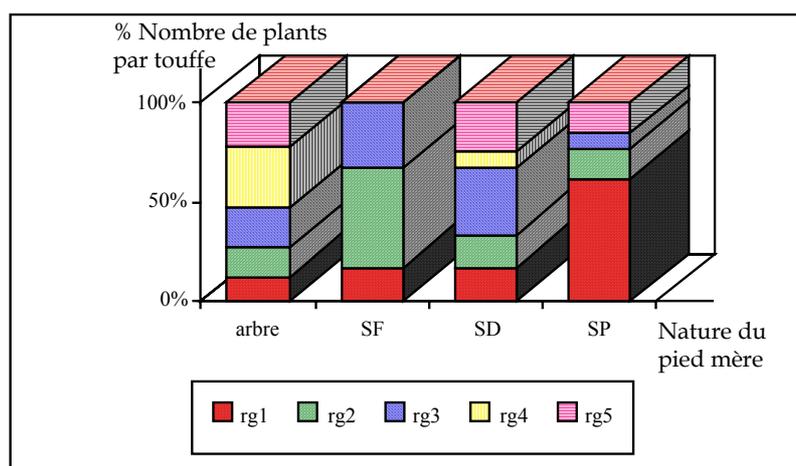


Figure 12 : Pourcentage du nombre de plants par touffe suivant la nature du pied mère

- Quand le pied mère est un arbre, il peut produire des régénérations avec un nombre fortement variable (allant de la classe "rg1" jusqu'à "rg5"). Cependant, il est à remarquer que pour la classe de régénération de rang élevé ("rg4" et "rg5" dont le nombre par touffes est supérieur à 24), c'est le pied mère du type "arbre" qui est le plus productif.

- Pour la "souche fraîche", "souche dégradée" et la "souche pourrie", elles peuvent produire des régénérations en nombre varié mais c'est dans les classes de régénération inférieures ("rg1" et "rg2" : nombre de plants par touffe inférieur à 17) qu'elles sont les mieux représentées.

Ce phénomène pourrait être expliqué par le fait que : pour les souches, il n'y a plus de production de graines et que la régénération est sujette à des concurrences et à la sélection naturelle. De ce fait, les plants disparus ne sont plus remplacés, et le nombre de plants par touffe diminue.

4.4.2 Le nombre de plants par touffe et le degré de recouvrement

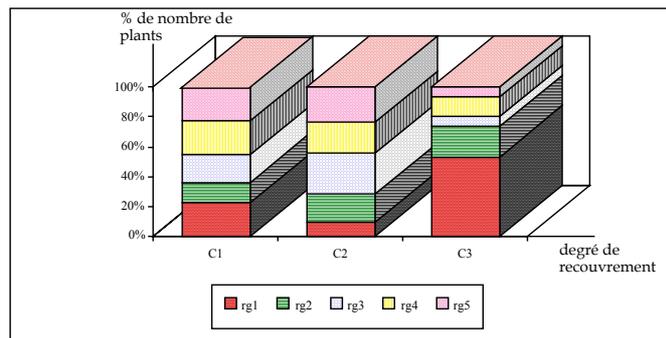


Figure 13 : Répartition des classes de régénération suivant le degré de couverture

- Il est mis en évidence que C2 (partiellement recouvert) tient une proportion importante pour chaque classe de nombre de plants par touffe (exceptée rg1) et que C3 (à découvert) est bien présenté dans la classe "rg1"(nombre de plants par touffe inférieur à 10).

- "rg1" (nombre de plants par touffe par tache inférieur à 10) est plus abondante dans C3 (à découvert), elle représente un effectif faible dans C2 (partiellement recouvert),

- C3 (à découvert) et "rg1" (nombre de plants par touffe par tache, inférieur à 10) vont de pair. Ceci pourrait être expliqué par le fait qu'avec le degré de recouvrement "à découvert", la régénération abonde, c'est à dire que la régénération est favorisée par le degré de recouvrement "à découvert".

4.4.3 Relation entre nombre de plants par touffe et épaisseur de la litière

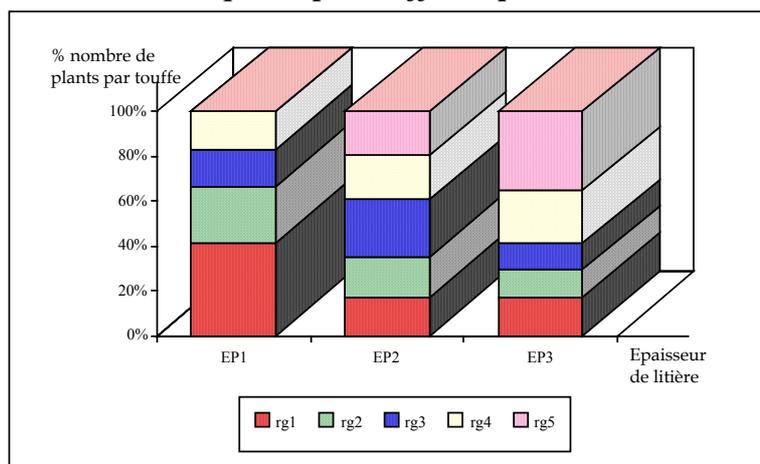


Figure 14 : Répartition des classes de régénération suivant l'épaisseur de la litière

- EP1 est de moins en moins représentée dans les classes de régénération en allant de la classe "rg1" vers la classe "rg5" où elle est même absente.

- EP1 (épaisseur fine : moins de 5 cm d'épaisseur) ne va pas de pair avec "rg5" (nombre de plants par touffe supérieur à 50). C'est dans EP1 que "rg1" (nombre de plants par touffe inférieur à 10) tient une proportion élevée et il en est de même pour "rg2" (nombre de plants par touffe compris entre 10 et 17).

- EP2 est bien présentée dans toutes les classes de régénération, cela montre que cette épaisseur représente l'épaisseur effective de la litière dans la forêt.

- EP3 est bien présentée dans "rg5" et "rg5" (nombre de plants par touffe supérieur à 50) tient une proportion importante dans EP3 (épaisseur supérieure à 15 cm),

Ainsi, il est mis en évidence que l'épaisseur de la litière favorise l'installation de la régénération. La litière joue un rôle d'éponge (rétention d'eau) et de réserve de nutriments pour les plantules. Ce fait nous amène à penser qu'une partie de cette litière épaisse est déjà décomposée. Il s'agit sûrement de la partie inférieure.

Résultats du test d'indépendance à partir du tableau de contingence entre nombre de plants par touffe ($n = 5$) et les autres facteurs considérés.

Tableau 13 : Test d'indépendance entre nombre de plants par touffe et les autres facteurs de la station

| Facteurs considérés | ddl $(n-1)(p-1)$ | χ^2 observé | χ^2 0,95 |
|-----------------------------------|------------------|------------------|---------------|
| Nature du pied mère ($p = 4$) | 12 | 27,3 | 21 |
| Degré de recouvrement ($p = 3$) | 8 | 15,0 | 15,5 |
| Épaisseur de litière ($p = 3$) | 8 | 9,3 | 15,5 |

- **Le nombre de plants par touffe et la nature du pied mère** : Avec un degré de liberté égal à 12, $\chi^2_{0,95}$ vaut 21 alors que χ^2 observé est de 27,315. Ainsi, l'hypothèse d'indépendance est rejetée.

Il est bien de remarquer qu'à partir du seuil 0,995 (voir table de χ^2), l'hypothèse d'indépendance entre nombre de plants par touffe et nature du pied mère est acceptée.

Faut-il donc se demander s'il y a réellement une relation directe de cause à effet entre "nombre de plants par touffe" et "nature du pied mère"?

- **Le nombre de plants par touffe et le degré de recouvrement** : la "table χ^2 " donne un χ^2 égal à 15,5 pour une probabilité de 95%. Le χ^2 observé est de 15,021. Le χ^2 observé est inférieur à χ^2 de la table. L'hypothèse d'indépendance entre nombre de plants par touffe et le degré de recouvrement est acceptée. Notons que la table de χ^2 donne des valeurs supérieures au χ^2 observé quand le seuil de probabilité est supérieur à 95%. Le rejet ou l'adoption de l'hypothèse nulle devraient être considérés avec prudence. En effet, un troisième facteur doit être pris en compte pour confirmer ou rejeter le degré d'indépendance entre le nombre de plants par touffe et la nature de degré de recouvrement. Le recours à l'analyse factorielle des correspondances multiples est une des solutions.

- **Le nombre de plants par touffe et l'épaisseur de la litière** : le test statistique nous renseigne qu'avec un degré de liberté égal à 8, le χ^2 observé est égal à 9,314 alors que le table nous donne un χ^2 égal à 15,5 pour une probabilité de 95%; alors, le test d'indépendance est accepté c'est à dire qu'il y a une indépendance entre l'épaisseur de la litière et le nombre de plants par touffe. L'épaisseur de la litière ne détermine pas le nombre de plants par touffe.

Avec l'analyse du tableau de contingence, il est difficile de spécifier de prime abord les relations qui peuvent exister entre deux facteurs. Un troisième facteur peut modifier ces relations. L'analyse factorielle des correspondances multiples peut nous donner les différentes particularités de chaque modalité et peut détailler les relation qui existent entre les différentes modalités.

4.5 Résultats de l'analyse factorielle des correspondances (AFC)

Rappelons que nos données sont composées de 6 variables réparties en 20 classes.

4.5.1 Contribution des axes

Les pourcentages d'informations portées par les axes donnés par l'AFC simple nous amènent à retenir trois axes.

4.5.2 Variables caractéristiques de chaque axe

Il est remarqué que les variables "pied mère", "degré de recouvrement", "stade de développement" représentent à elles seules 74% de la contribution au premier axe, tandis que "pied mère", "litière" et "nombre de plants par touffe" représentent pour le second 68% de la contribution totale.

Pour l'axe 3, ce sont "pied mère", "nombre de plants par touffe" et "degré de recouvrement" qui représentent 76,2% de la contribution à cet axe.

La première valeur propre qui vaut 0,45 témoigne d'une disparité forte des données.

4.5.3 Description de chaque groupe avec ses caractéristiques respectifs

graphe 1 : axe 1 : horizontal, axe 2 : vertical

L'axe 1 explique surtout les variables "pied mère", "degré de recouvrement" et "stade de développement". En passant du côté négatif vers le côté positif de l'axe 1, on passe d'un groupe d'arbres avec un degré de couverture "C1" et/ou "C2" et stade de développement 1 (st1 : dominance semis, recrû) à un groupe de souche (fraîche ou moyennement dégradée ou pourrie) avec un degré de recouvrement "C3" et stade de développement 2 et/ou 3 (dominance gaulis ou haut perchis).

L'axe 1 met en évidence que les "pieds mères" souches ne vont pas de pair avec le degré de recouvrement "C1" (entièrement recouvert) et "C2" (partiellement recouvert).

Du côté négatif du premier axe, il est observé que "C1" et "st1" et "arbre" se trouvent avec "rg4" et "EP3".

Ce groupe montre que la régénération au stade de développement semis et recrû peut se développer sous un degré de couverture "entièrement recouvert", elle est issue d'un "arbre semencier encore debout", et le nombre par touffe dépasse 24.

En position intermédiaire "C2" "rg2" et "SD" (souche moyennement dégradée) : ce groupe désigne un pied mère comme souche moyennement dégradée, le nombre de plants par touffe est compris entre 10 et 17. La régénération se développe sous un degré de couverture moyennement recouvert.

En troisième position vers le côté positif se trouve "st2", "C3" "rg1" , "SP" "st3" et "st3".

Pour ce groupe, il y a plus d'un cas par variable qui forment le groupe. Ce groupe peut être dissocié comme suit : quand le pied mère est représenté par une "souche pourrie", le

nombre de plants par touffe n'excède pas 10. Le stade de développement peut être soit à dominance gaulis, soit à dominance haut perchis, mais presque toujours, la régénération se développe à découvert.

Pour le second axe, caractérisé par : "nombre de plants par touffe", "pied mère", "litière". En bas de l'axe 2, "arbre et "souche pourrie", avec "rg1" "rg2", "rg5" avec "EP3". Le groupe bien individualisé est un groupe d'arbres dont le nombre de plants par touffe est supérieur à 24 qui se développe sur une épaisse litière. Un autre groupe qui n'est pas assez individualisé est caractérisé par "une souche pourrie", au nombre de plants par touffe inférieur à 10 . L'épaisseur de la litière n'est pas définie.

Du côté positif, "souche fraîche" et "souche moyennement dégradée" se trouvent avec le nombre de plants par touffe "rg2" et "rg3", et l'épaisseur de la litière "EP1", "EP2". Pour ce groupe, le nombre de plants par touffe n'excède pas 24. La litière peut être d'épaisseur fine ou moyenne. Les pieds mères sont de souche soit moyennement dégradée soit fraîche.

En observant la position des différentes variables suivant l'axe 2, il est montré que :

- l'arbre est en corrélation négative avec le nombre de plants par touffe inférieur à 10
- la souche pourrie est en corrélation négative avec l'épaisse litière et le nombre de plants par touffe supérieur à 50,

graphe 2 : axe 1 horizontal, axe 3 : vertical :

Suivant l'axe 1 :

Du côté négatif, il se forme un groupe caractérisé par un pied mère "arbre", le stade de développement de la régénération est à dominance semis, recrû, et celle-ci se développe sous un degré de recouvrement " entièrement recouvert".

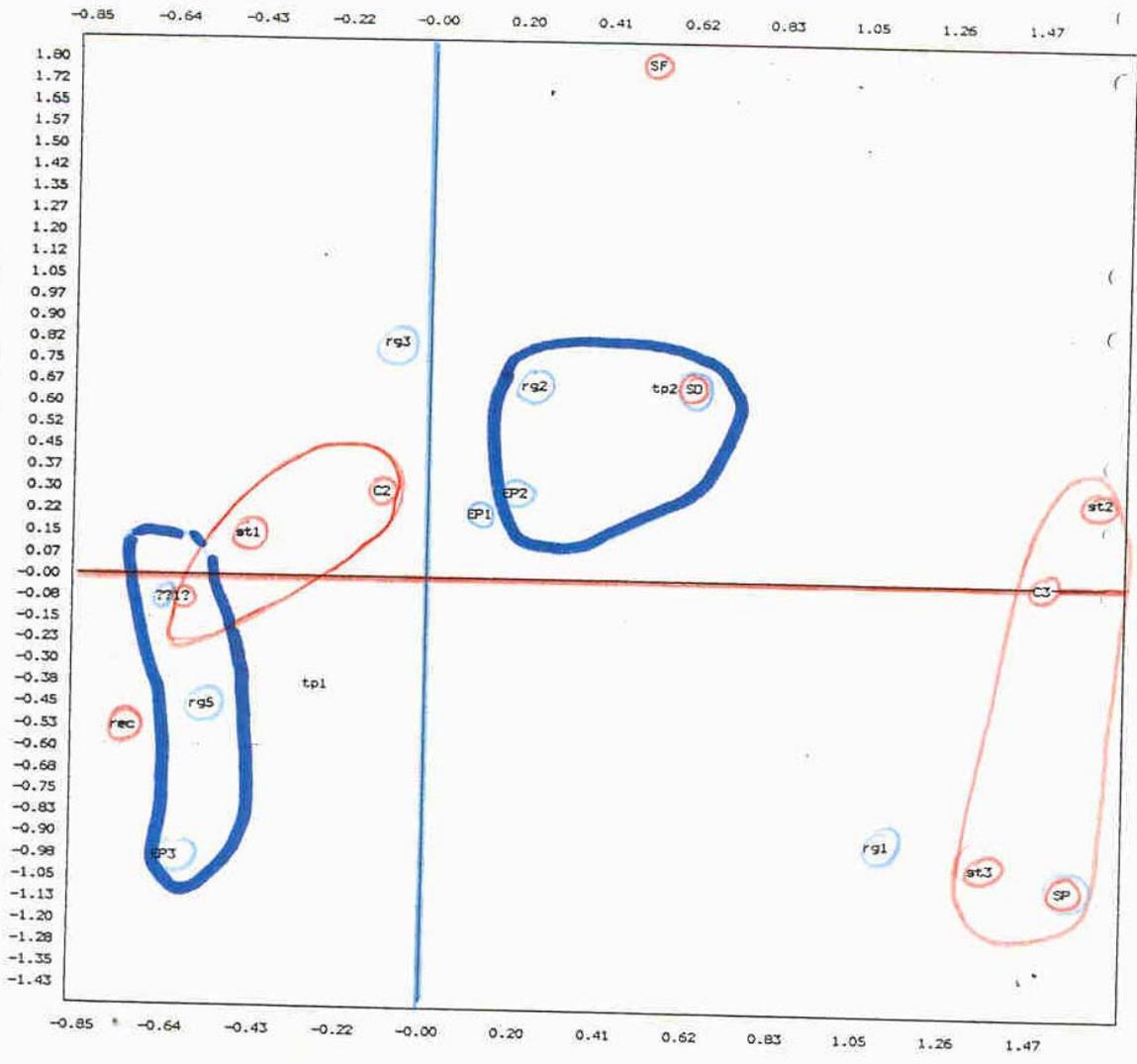
Du côté positif, "souche pourrie" , donne une régénération au stade de développement à dominance haut perchis, à découvert.

Suivant l'axe 3 :

Du côté négatif se trouve le pied mère " arbre", et "souche fraîche", et pour le nombre de plants par touffe "rg1" , "rg2" et "rg4", avec "C2" et "C3", en position positif " souche dégradée" et "souche pourrie", avec le nombre de plants par touffe "rg3", "rg5" et degré de recouvrement "C2";

Le côté négatif ne permet pas de discerner les groupes qui peuvent être formés à partir des variables ainsi côtoyées.

GRAPHE 1 2
 AXE HORIZONTALE : 1 AXE VERTICALE : 2
 PROJECTION DES MODALITES DES VARIABLES



POINTS CACHES

| POINTS VUS | POINTS CACHES | ABSCISSE | ORDONNEE |
|------------|---------------|-----------|---------------|
| ?1 | rg4 | -.6634611 | -4.782017E-02 |
| ?1 | arb | -.6373891 | -.1005421 |

Figure 15 : Analyse Factorielle de correspondance : Graphe 1/2

GRAPHE 1 3
-AXE HORIZONTALE : 1 -AXE VERTICALE : 3

PROJECTION DES MODALITES DES VARIABLES

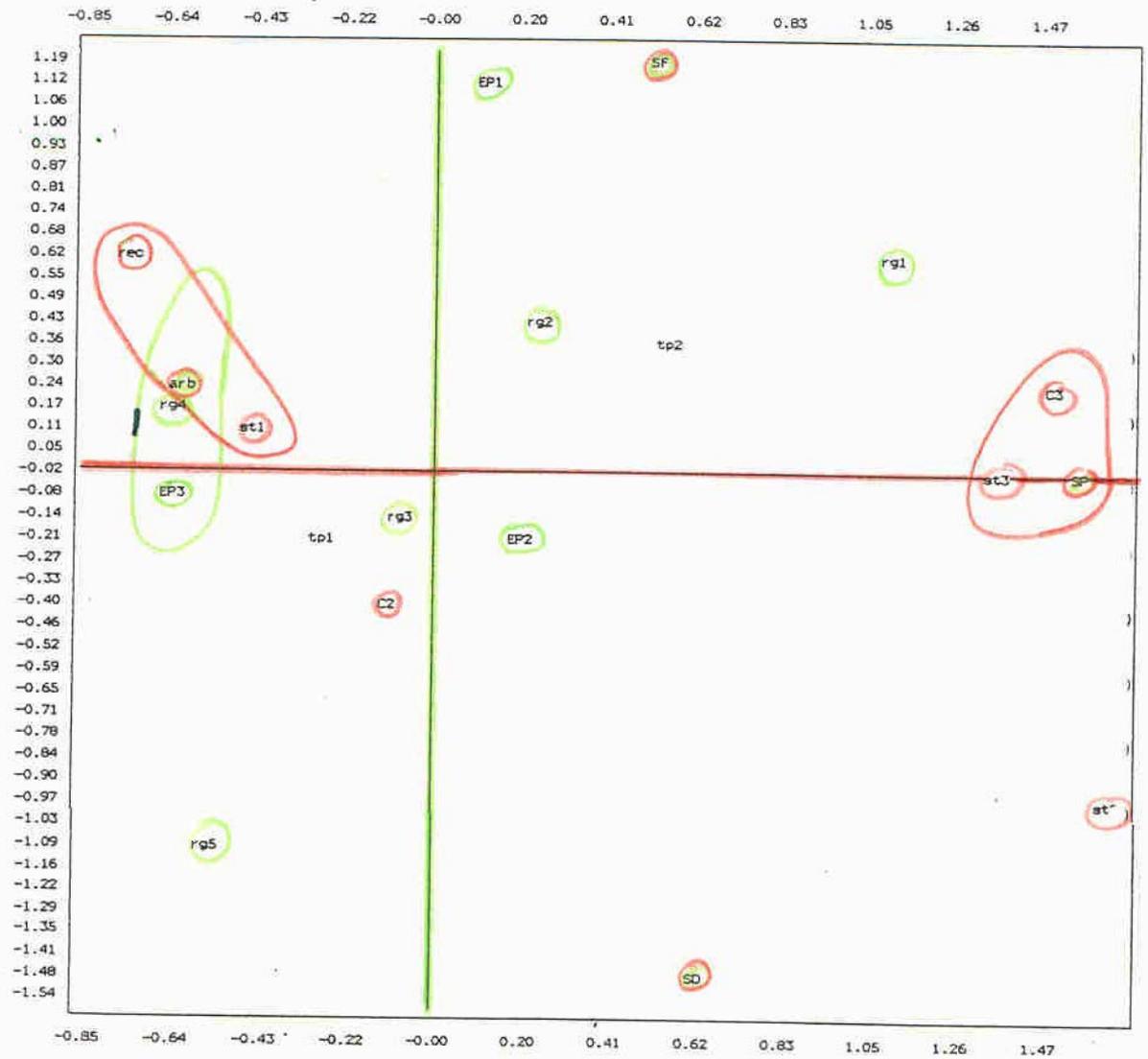


Figure 16 : Analyse factorielle de correspondance : Graphe 1/3

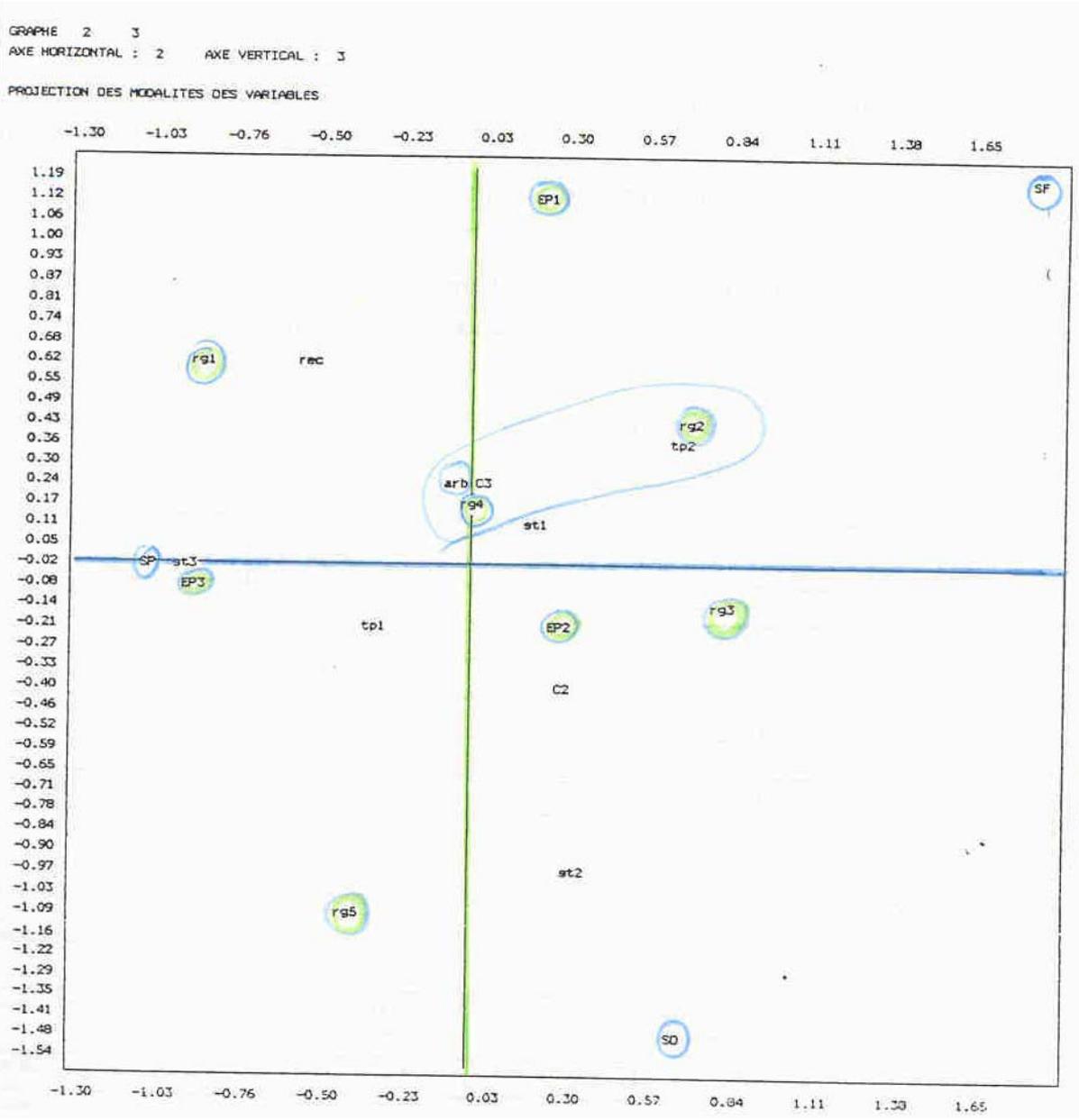


Figure 17 : Analyse factorielle des correspondances : Graphe 2/3

4.6 L'analyse structurale de la végétation accompagnante

4.6.1 Structure floristique

La richesse floristique est traduite par le nombre total d'espèces présentes sur une surface donnée quelle que soit la taille des individus.

Pour le compartiment A, 70 espèces réparties en 59 genres et 34 familles sont inventoriées.

Au niveau du compartiment B, 97 espèces, appartenant à 81 genres et 44 familles sont recensées.

Dans le compartiment C, le nombre d'espèces recensées. Les fréquences d'apparition des essences ont été évaluées, et les valeurs dendrométriques des plus fréquentes sont données dans le tableau suivant:

Tableau 14 : Valeurs dendrométriques des essences les plus fréquentes pour le compartiment A

| Noms scientifiques | Nombre de pieds par ha | Fréquence (%) | Surface terrière(m ²) | Volume(m ³) |
|-----------------------------|------------------------|---------------|-----------------------------------|-------------------------|
| <i>Uapaca thouarsii</i> | 47 | 37.5 | 0.93 | 5.57 |
| <i>Eugenia sp.</i> | 26 | 20.0 | 0.90 | 5.24 |
| <i>Cryptocarya sp.</i> | 20 | 20.0 | 0.81 | 6.45 |
| <i>Xylopia buxifolia</i> | 25 | 25.0 | 0.39 | 2.55 |
| <i>protothus latifoliia</i> | 24 | 23.7 | 0.58 | 4.09 |
| <i>Hazombarorana</i> | 24 | 23.8 | 0.58 | 4.09 |

Tableau 15 : Valeurs dendrométriques des essences les plus fréquentes pour le compartiment B

| Noms scientifiques | Nombre de pieds par ha | Fréquence (%) | Surface terrière(m ²) | Volume (m ³) |
|-----------------------------------|------------------------|---------------|-----------------------------------|--------------------------|
| <i>Chrysalidocarpus mutescens</i> | 800 | 72.5 | 0.71 | 3.04 |
| <i>Dracaena sp.</i> | 844 | 66.2 | 0.52 | 1.51 |
| <i>Coffea sp.</i> | 6412 | 63.7 | 0.20 | 0.37 |
| <i>Uapaca thouarsii</i> | 981 | 58.7 | 0.93 | 3.57 |
| <i>Rhodocolea racemosa</i> | 406 | 55.0 | 0.23 | 0.90 |
| <i>Erythroximum buxifolium</i> | 306 | 36.2 | 0.18 | 0.69 |
| <i>Cryptocarya sp</i> | 331 | 35.0 | 0.11 | 0.29 |
| <i>Maulouttchia chapelieri</i> | 262 | 35.0 | 0.18 | 0.62 |

Tableau 16 : Liste des essences les plus fréquentes pour le compartiment C

| Noms scientifiques | N (ha) | Fréquence |
|-------------------------|--------|-----------|
| <i>Uapaca thouarsii</i> | 573 | 14.6 |
| <i>Coffea sp.</i> | 11348 | 75.0 |
| <i>Dracaena sp.</i> | 4950 | 45.0 |

En observant ces trois tableaux, *Uapaca thouarsii* semble être l'espèce la plus compagne au Hintsy. Bien que ses fréquences d'apparition ne soient pas élevées pour les compartiments B et C, elle figure toujours parmi les essences les plus fréquentes dans chaque relevé.

Le Hintsy n'a pas d'essences accompagnatrices spécifiques.

4.6.2 Structure horizontale

4.6.2.1 Abondance

L'abondance ou le nombre de tiges à l'hectare pour l'ensemble de tiges recensées et pour le Hintsy en particulier est ventilée par classe de diamètre, et est donnée par le tableau suivant.

Tableau 17 : Répartition des tiges par classe de diamètre pour les tiges inventoriées

| Seuil de diamètre (cm) | Ensemble | Hintsy | % Hintsy |
|------------------------|----------|--------|----------|
| [10 - 15[| 234 | 28 | 12,0 |
| [15 - 20[| 138 | 31 | 22,5 |
| [20 - 25[| 80 | 21 | 26,3 |
| [25 - 30[| 48 | 13 | 27,1 |
| [30 - 35[| 33 | 8 | 24,2 |
| [35 - 40[| 18 | 8 | 44,4 |
| [40 - 45[| 13 | 8 | 61,5 |
| [45 - 50[| 5 | 4 | 80,0 |
| [50 - 55[| 3 | 0 | 0,0 |
| [55 - 60[| 3 | 1 | 33,3 |
| [60 - [| 3 | 0 | 0,0 |

- Le nombre de tiges par classe de diamètre diminue à mesure que les classes de diamètre tendent vers les valeurs élevées.

- Pour le Hintsy, il diminue aussi à mesure que les classes de diamètres passent à une classe supérieure. Quant à l'abondance relative, le Hintsy occupe un pourcentage de plus en plus élevé en allant vers les classes de diamètre élevé.

- L'abondance des tiges de gros diamètres atteignant le seuil d'exploitabilité est faible.

Ce phénomène pourrait être expliqué par le fait que nos placettes visent toujours à inclure les pieds mères, qui à leur tour ne fructifient qu'à partir de 20 cm de diamètre au moins (RAJOELISON, 1995).

4.6.2.2 Dominance

La dominance exprimée par la surface terrière en m²/Ha et les valeurs pour chaque classe de diamètre sont résumées dans le tableau de la page suivante.

Tableau 18 : Répartition des surfaces terrières suivant les classes de diamètre

| Seuil de diamètre (cm) | Ensemble (m ² /Ha) | Hintsy (m ² /Ha) | % Hintsy |
|------------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------|
| [10 - 15[| 2,6 | 0,3 | 11,5 |
| [15 - 20[| 3,0 | 0,7 | 23,3 |
| [20 - 25[| 3,0 | 0,8 | 26,7 |
| [25 - 30[| 2,5 | 0,7 | 28,0 |
| [30 - 35[| 2,6 | 0,6 | 23,1 |
| [35 - 40[| 1,8 | 0,8 | 44,4 |
| [40 - 45[| 1,7 | 1,0 | 58,8 |
| [45 - 50[| 0,9 | 0,6 | 66,7 |
| [50 - 55[| 0,5 | 0,0 | 0,0 |
| [55 - 60[| 0,6 | 0,3 | 50,0 |
| [60 - [| 0,7 | 0,0 | 0,0 |

De ce tableau, il est remarqué que la surface terrière la plus élevée est observée dans les classes de diamètres [15, 20[et [20,25[puis la surface terrière diminue jusqu'à 0,5 m²/ha dans la classe [50, 55[. Ceci pourrait être expliqué par le fait que la surface terrière est fonction directe du diamètre : quand la classe de diamètre est de rang élevé, la surface terrière est élevée.

Quant à la surface terrière de Hintsy, elle varie de 0 à 0,8 m²/ha. La surface terrière 0 correspond à l'absence de pieds dans la classe de diamètre concernée. Le pourcentage de surface terrière occupée par le Hintsy représente une valeur croissante avec les classes de diamètre, c'est à dire que le Hintsy domine quand la classe de diamètre augmente.

Ceci ne fait que confirmer l'abondance de Hintsy dans les gros diamètres.

4.6.2.3 Volume

Le volume est exprimé en m³/Ha et les valeurs calculées pour chaque classe de diamètre sont données par le tableau suivant :

Tableau 19 : Répartition des volumes par classe de diamètre pour l'ensemble des tiges

| Seuil de diamètre | Ensemble (m ³ /Ha) | Hintsy (m ³ /Ha) | % Hintsy |
|-------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------|
| [10 - 15[| 14,1 | 1,7 | 12,1 |
| [15 - 20[| 18,6 | 4,3 | 23,1 |
| [20 - 25[| 19,4 | 4,9 | 25,3 |
| [25 - 30[| 18,2 | 4,8 | 26,4 |
| [30 - 35[| 18,8 | 4,5 | 23,9 |
| [35 - 40[| 13,0 | 5,6 | 43,1 |
| [40 - 45[| 13,5 | 8,5 | 63,0 |
| [45 - 50[| 7,0 | 5,5 | 79,4 |
| [50 - 55[| 3,9 | 0,0 | 0,0 |
| [55 - 60[| 6,1 | 2,8 | 45,9 |
| [60 - [| 6,8 | 0,0 | 0,0 |
| Total | 134,9 | 42,6 | 30,6 |

- Pour un seuil de diamètre supérieur ou égal à 10 cm, le volume total est de 139,4m³/Ha dont 42,6 m³/Ha sont de Hintsy,

- A partir de la classe [15,20 [jusqu'à la classe [30,35 [, les valeurs observées dans les classes de diamètres se sont rapprochées (elles fluctuent entre 18,2 m³/Ha et 19,4 m³/Ha) alors que le nombre de tiges décroît avec les classes de diamètres. Ainsi, le nombre de tiges peut être compensé par les valeurs des diamètres.

- Le volume le plus élevé est observé dans les classes de diamètres [20,25[pour l'ensemble des tiges et dans la classe [40,45 [pour les pieds de Hintsy bien que le pourcentage élevé en volume de Hintsy se trouve dans la classe [45,50[où ils représentent 79,4% du volume obtenu pour cette classe. Ceci est normal du fait que les arbres semenciers présentent souvent de gros diamètres et une hauteur pouvant atteindre la voûte.

4.6.3 Structure totale

Tableau 20 : Répartition des tiges par classes de diamètres pour l'étude structurale

| Seuil de diamètre (cm) | Ensemble | Hintsy |
|------------------------|----------|--------|
| [1 - 5[| 12138 | 325 |
| [5 - 10[| 1738 | 69 |
| [10 - 15[| 234 | 28 |
| [15 - 20[| 138 | 31 |
| [20 - 25[| 80 | 21 |
| [25 - 30[| 48 | 13 |
| [30 - 35[| 33 | 8 |
| [35 - 40[| 18 | 8 |
| [40 - 45[| 13 | 8 |
| [45 - 50[| 5 | 4 |
| [50 - 55[| 3 | 0 |
| [55 - 60[| 3 | 1 |
| [60 - [| 3 | 0 |

Il est observé que les effectifs dans les petits diamètres sont très importants. La diminution des effectifs se fait de la manière suivante :

- de la classe [1, 5[à la classe [5 - 10[l'effectif diminue de un dixième en changeant de classe.
- de la classe [10,15[jusqu'à la classe [40,45[l'effectif diminue jusqu'à 60% en allant d'une classe vers une classe immédiatement supérieure,
- pour un diamètre supérieur ou égal à 45 cm, la variation de nombre de tiges par classes n'est plus remarquable,

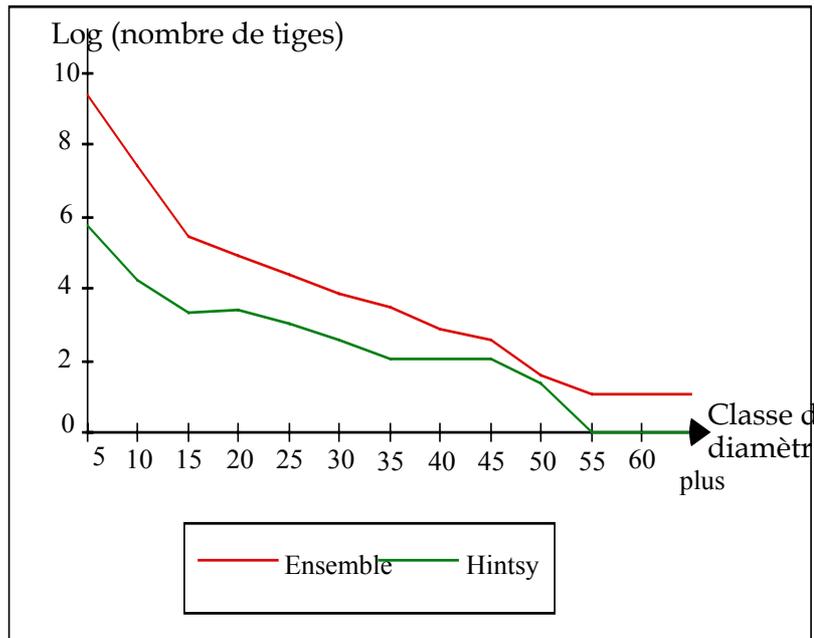


Figure 18 : Structure totale à partir de 1cm de diamètre en coordonnées semi-logarithmiques

Pour l'ensemble des tiges, la distribution est du type exponentiel. Cette forme montre qu'en coordonnées semi-logarithmique, les points figurant les effectifs sont bien alignés, mais avec une pente très variable.

Pour le Hintsy, il est remarqué que la distribution des tiges forme une courbe à pente faible et sur-abaisée. Cette forme caractérise les espèces nomades de Van Steenis (in Fournier, 1983).

Par ailleurs, la régénération naturelle est profuse pour assurer la pérennisation de l'espèce *Intsia bijuga*, notamment si les facteurs stationnels sont favorables.

5. DISCUSSION

5.1 Aperçu sur la méthode et les résultats obtenus

5.1.1 *En général*

L'inventaire a lieu à une période donnée et a porté sur des touffes à des stades de développement différents. Il aurait été plus intéressant si on avait eu l'occasion d'étudier la variation du nombre de régénération par touffe au fil du temps. Cette méthode permettrait de situer à quel stade de développement la diminution est la plus notable. L'installation de placette permanente permettrait d'étudier de façon objective l'évolution et la dynamique de la régénération suivant le stade de développement. Ce fait relève de la définition de la régénération naturelle de ROLLET (1969) qui englobe le sens statique et le sens dynamique dans le phénomène de régénération naturelle. Ceci n'est pas possible vu le temps qui nous a été imparti pour le terrain. Cette étude se contente de faire l'inventaire au niveau de différentes touffes appartenant à différents stades de développement.

Les résultats suivant se dégagent :

- Il est observé une diminution du nombre de plants à mesure qu'il y a évolution du stade de développement vers le stade élevé.
- Le besoin en lumière est de plus en plus marqué du stade jeune vers le stade plus évolué.
- Le rôle du semencier peut être négatif ou positif pour la régénération : positif dans le sens de la production continue de graines et négatif dans la mesure qu'il freine le développement des plants en faisant ombrage.

En considérant comme échelle de temps la nature du pied mère, ces résultats peuvent être résumés dans la figure suivante. Cette figure présente l'évolution des différents paramètres considérés suivant la nature du pied-mère aux différentes phases de soins sylvicoles. Ces différentes phases peuvent être appliquées aussi pour le cas d'une régénération naturelle. Il se peut qu'il y ait chevauchement entre la phase d'installation et la phase d'éducation. En effet, quand la phase d'installation continue dans le temps, l'éducation des plants devrait avoir commencé pour que la concurrence n'aboutisse pas à l'élimination des plants ainsi installés.

La phase d'installation correspond aux soins aux recrûs.

La phase d'éducation vise à choisir les candidats pour former le peuplement final jusqu'à une certaine hauteur du massif. L'opération sylvicole correspondant est l'éducation

collective pour que les jeunes plants ne forment pas précocement de fourche à une faible hauteur.

La phase de sélection intensive permettrait de choisir les arbres d'élite au stade de bas perchis en les favorisant par les éclaircies sélectives.

La phase de régulation de production veille à ce que le développement des houppiers soit assuré ainsi que la régularité de la croissance pour atteindre les objectifs finaux assignés.

5.1.2 Résultats au niveau des types de forêts

Les différences au niveau "type de forêt" (forêt périodiquement inondée, forêt littorale haute) montrent que des études spécifiques sur des facteurs physiques influant le microclimat méritent d'être faites.

L'étude du sol tient une importance notable, c'est le sol qui conditionne la nutrition des plants. Les jeunes plants qui viennent de s'installer sont les plus sensibles. Ainsi, les conditions édaphiques peuvent entraver la réussite de la régénération.

Des études ont montré que la variation floristique dépend de la richesse du sol en éléments nutritifs; et la variation structurale est fonction de la profondeur du sol, de l'enracinement et de la variation de la capacité de rétention en eau.

Dans les deux types de forêts, il est démontré que les conditions microstationnelles se répercutent au niveau de la forme de régénération.

Pour la forêt de type 2 (forêt périodiquement inondée), les conditions d'installation même sont difficiles. Il semble que la texture sableuse du sol qui lui confère un état sec (perméable), conjuguée avec la structure même de cette forêt, ne convient pas à l'installation de la régénération. En plus, les semis qui arrivent à s'installer se heurtent au problème d'inondation périodique. Ce dernier crée un phénomène d'engorgement et élimine les semis par asphyxie.

Pour la forêt littorale haute, l'installation de la régénération ne pose pas de problème, les conditions microstationnelles sont suffisantes pour l'implantation des semis. Pour ce type de forêt, c'est le problème de luminosité qui entrave le développement des plantules.

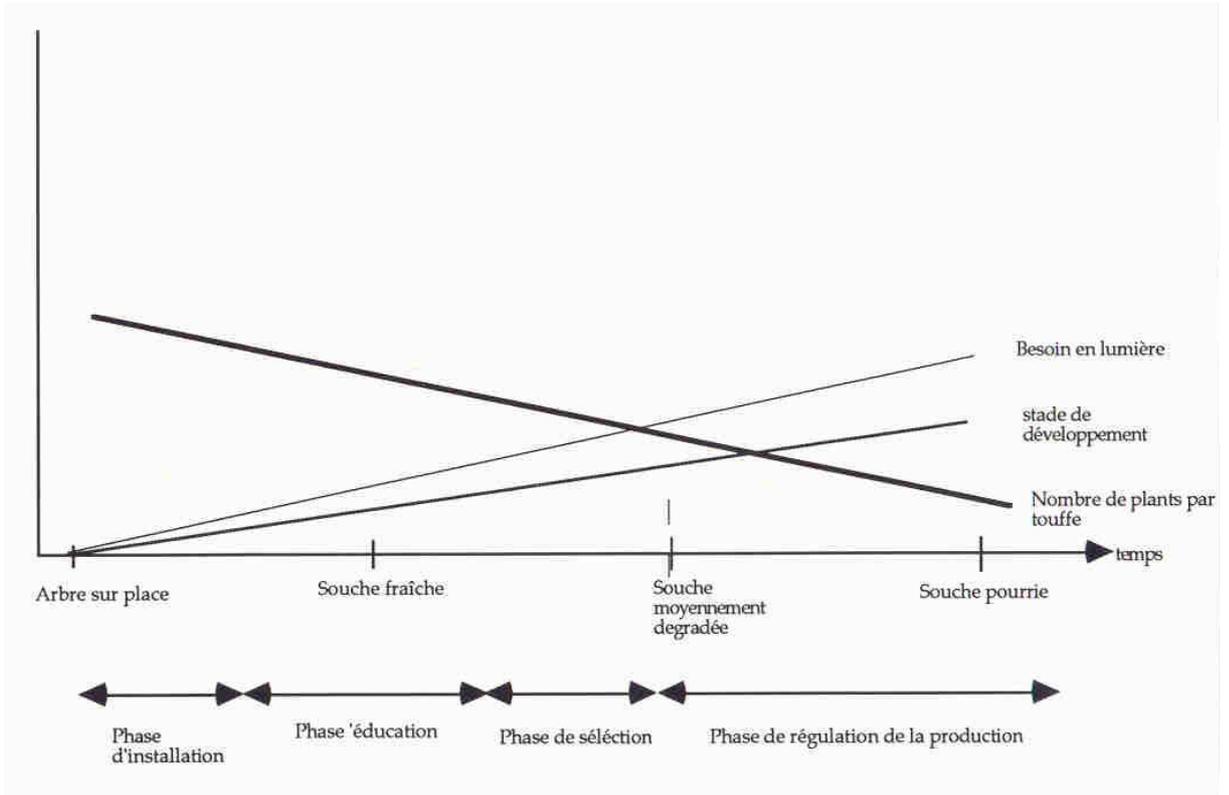


Figure 19 L'évolution des différents paramètres suivant la nature du pied

5.2 Proposition d'aménagement sylvicole pour la régénération naturelle d'*Intsia bijuga*

5.2.1 La régénération naturelle et la conduite sylvicole

La régénération naturelle comporte plusieurs phases :

- la fructification des semenciers et la germination des graines qui correspondent à la phase d'installation

- le développement des plantules jusqu'à l'obtention de produits finaux qui correspond à la phase de développement.

- Phase d'installation

**les conditions d'installation des plants*

La condition *sine qua non* de la régénération est la présence d'arbres semenciers. Cette phase est caractérisée par sa dépendance d'un support tutélaire. L'ombrage créé par le pied mère empêche la prolifération de la végétation du sous bois et le dessèchement superficiel du sol. La production de graines, à son tour, dépend du rythme phénologique des arbres. La quantité et la périodicité de la fructification déterminent la densité de semis. Le climat influe directement sur la fructification, il peut changer le rythme phénologique.

La dissémination définit la forme de répartition de semis. Pour le Hintsy, suite à sa dissémination barochore, la répartition est irrégulière et groupée sous la projection du houppier ou dans un rayon plus large.

Pour germer, les graines ont besoin d'une humidité au niveau du sol. Cependant le degré d'humidité n'est pas défini pour le Hintsy.

En plus, le contact avec le sol est une condition nécessaire pour que les semis puissent ancrer leur système racinaire. L'état de réceptivité du sol doit être amélioré pour que la germination ait lieu.

Pour la germination des graines, l'humidité atmosphérique importe le plus. Pour le développement de semis, ce sont la lumière et l'alimentation en eau qui jouent un rôle important.

** Préparation de l'ensemencement*

Il consiste à nettoyer le sol pour que les graines puissent atteindre le sol. Ce nettoyage comprend l'enlèvement de sous bois dense et le crochetage du sol. En effet, l'accumulation de litière non décomposée empêche les racines d'atteindre la partie inférieure où l'eau et les éléments nutritifs sont disponibles (LANIER, 1986). Le crochetage permet d'ameublir le sol. En effet, pendant les premières années de leur vie, les jeunes plants concentrent leurs efforts,

à développer leur système racinaire en profondeur au détriment de leur élévation (SCHÜTZ, 1990). Pour l'enlèvement du sous bois, des choix sont à faire pour les plants à enlever. Cette pratique nécessite le savoir-faire d'un ouvrier habitué qui sache distinguer les plantes à garder et à enlever.

- Phase de développement

** Les conditions de développement des plants*

Le développement des plantules dépend de l'éducation qui leur a été apportée et du respect des conditions nécessaires pour la production de bois sur pied.

Les résultats des travaux ont montré que le besoin en lumière est ressenti à la fin du stade de développement 1 (semis et/recrû). En effet, au stade fourré, l'espace nécessaire à l'accès à la lumière est d'autant plus réduit que les arbres augmentent en stature et nécessitent ainsi toujours plus de place (SCHÜTZ, 1990).

** La conduite sylvicole à faire*

Au stade fourré, il faut déjà diminuer le degré de couverture. Ceci pourrait se faire par

- l'enlèvement des arbres de moindre valeur,
- l'ébranchement des grands arbres qui poussent autour de touffes (création d'une trouée artificiellement).

L'insuffisance ou le manque de quantité de lumière freine le développement des plants. Ceci entraîne leur entrée en période de dormance qui leur permet de survivre à l'ombre sans croissance notable, jusqu'à l'apparition d'une trouée (Brown et Matthews, 1914 ; Richards, 1952 in FOURNIER 1983). Ce phénomène allonge le cycle biologique des plants.

La diminution du nombre de plants par touffe est enregistrée quand le stade de développement évolue vers le rang supérieur.

Cette diminution résulte des différents facteurs tels que :

- la concurrence nutritionnelle dont les jeunes plants sont sujets,
- la recherche de l'espace que pourraient exiger les jeunes plants pour se développer,
- la compétition interspécifique.

L'homme peut intervenir en diminuant l'effet des concurrents sur les plants de la régénération. Il s'agit d'une mesure éducative qui consiste à dégager les jeunes plants de la concurrence des autres.

Certains facteurs qui agissent sur la régénération naturelle peuvent être manipulés par l'homme. En intervenant, l'homme peut faire varier la quantité de lumière qui arrive sur la régénération.

Cependant, il se pose toujours le problème de dosage de la lumière, car "l'enlèvement de la couverture forestière modifie immédiatement les conditions d'éclairage qui passent de la quasi-obscurité à la pleine lumière (RICHARDS 1952 in FOURNIER 1983).

Il y a lieu de définir à quel stade de développement, il faut intervenir pour assister une régénération satisfaisante.

Pour la régénération naturelle de Hintsy, il y a lieu d'enlever les essences de moindre valeur économique telles que les Kafeala, Kesikesika, Sinkara, Faninton'akoholahy. Cette pratique favorise les jeunes plants de Hintsy, mais elle est incompatible avec la préservation de toutes les propriétés de la forêt dense humide. Elle conduit à l'appauvrissement et à la disparition de la flore non productive du point de vue économique. Comme l'objectif étant de favoriser la régénération naturelle de Hintsy (*Intsia bijuga*), il y a lieu de choisir entre les deux fonctions de la forêt : conservation de l'écosystème et production de bois.

L'exploitation des semenciers est aussi à envisager pour qu'ils ne gênent pas le développement de leur progéniture. Et ceci doit être étudié afin de ne pas endommager la régénération en place. Cependant, il faut veiller à ce que les plants ainsi obtenus soient suffisants en nombre et en qualité pour faire face à différents phénomènes de concurrence et de sélection.

En effet, lors de l'inventaire, il a été constaté que le développement des jeunes plants installés est empêché par la présence des arbres semenciers (sauf cas exceptionnel : régénération au bord de layons, ou près d'une trouée). Les plants au stade de développement supérieur se trouvent plutôt près d'une vieille souche.

De cette étude, il est admis que les jeunes plants (semis, recrû) tolèrent de l'ombre et peuvent y survivre pour un laps de temps assez court et que la lumière stimule la croissance des plants. Ce fait relève le besoin des jeunes plants en ombrage pour ne pas se dessécher et en lumière pour l'assimilation chlorophyllienne.

Au stade de semis, la densité est relativement élevée. Pour maintenir ce nombre, il faut lui réserver des soins particuliers jusqu'à ce que la demande d'espace soit ressentie. Ainsi, la densité élevée contribue à l'éducation des jeunes plants. L'effet de l'entourage a également une conséquence bénéfique pour l'éducation des plants. Pour le Hintsy, si les jeunes plants reçoivent de la lumière latérale, ils ont tendance à faire une fourche à une hauteur

relativement basse. Cependant, l'enlèvement de sous bois est toujours envisagé pour que la concurrence vis-à-vis de la nutrition soit atténuée. Ce prélèvement concerne les essences à valeur économique faible.

Quand le nombre suffisant de jeunes plants est atteint, il faut procéder à l'exploitation des semenciers. L'exploitation des semenciers conduirait à une ouverture du couvert forestier, donc à la mise en lumière des semis. Comme l'exploitation peut causer des dégâts au niveau des jeunes plants, il faut la conduire avec précaution. L'ébranchement des houppiers pourrait être préconisé pour que la chute des arbres n'écrase pas les jeunes tiges. Il faut aussi orienter la chute du fût pour qu'il ne glisse pas sur d'autres arbres. En somme, il faut prévenir de toute manière les dégâts majeurs causés par l'exploitation des semenciers.

Quand les houppiers des jeunes plants se touchent, la sélection entre les plants sont à effectuer. La priorité est à donner à ceux qui présentent un fût droit et bien cylindrique et dont la fourche se trouve à une hauteur relativement haute, donc aux tiges présentant une bonne conformation.

5.2.2 Proposition d'aménagement

Pour favoriser la régénération naturelle, trois systèmes sylvicoles sont les plus connus actuellement :

- Malayan Uniform System (MUS)
- Tropical shelterwood System (TSS)
- Uniformisation par le haut

Tenant compte du tempérament de Hintsy, il paraît que le TSS conviendrait mieux pour assister sa régénération naturelle.

Ce système a pour principe de doser la lumière arrivée au sol pour provoquer la régénération. Il cherche à créer les conditions optimales pour l'installation de la régénération naturelle. L'enlèvement du couvert se ferait d'une manière progressive.

Tableau 21 : les différentes activités à effectuer sous un système TSS,

| Echéance | Opérations sylvicoles | Activités / observations |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| | - Délimitation des unités de traitement, | Déjà repérés lors de l'inventaire |
| | - Coupe de lianes et des arbres et végétaux avec d jusqu'à 5 cm | |
| | - Empoisonnement des arbres indésirables du sous bois et de la strate intermédiaire, | |
| | - Inventaire par échantillonnage de la régénération | déjà fait |
| | Soins sylvicoles dans les recrû | éducation collective |
| | Elimination des arbres avec couronnes large des strates inférieures et intermédiaires suivant nécessité | sélection négative |
| | Nouvelle inventaire de la régénération | |
| | coupe des arbres de dimension commercialisables | exploitation de semenciers et les autres grands arbres |
| | soins sylvicoles dans la régénération | - dégagement, |
| | nettoyage de post exploitation | enlèvement de résidu d'exploitation, |
| | premier éclaircie dans le peuplement futur | quand la régénération atteint le stade de perchis |
| | deuxième éclaircie | |

A remarquer que l'année d'intervention reste à définir car elle est fonction de la révolution des Hintsy.

Ce système peut inclure les autres essences de valeur de la station, mais il nous faut un inventaire supplémentaire pour compléter les données concernant les autres essences.

6. CONCLUSION

La régénération naturelle revêt une forme compliquée. Elle constitue une phase cruciale dans la vie d'une forêt. La réussite dépend des différents facteurs qui ont des interactions complexes. Il est difficile de discerner jusqu'à quel degré un facteur influence la régénération. Cette étude a montré la relation entre le type de forêt (station) et l'aptitude à la régénération. Bien que la structure des deux forêts ne soit pas la même, les plants de régénération peuvent se développer. Il y a lieu de noter que la durée du cycle biologique diffère pour les deux types de forêts. Il ressort que la régénération est médiocre pour la forêt de type 2. Suite aux conditions microstationnelles relativement sèches et à l'inondation périodique qui pourrait éliminer le semis par asphyxie, c'est surtout le nombre de plants par touffe qui est affecté.

Cependant, les différents paramètres ne diffèrent pas beaucoup pour les deux types de forêts exceptées la structure et la répartition de plants de régénération suivant le stade de développement.

Les plants de régénération diffèrent par leur stade de développement et leur nombre par touffe suivant la nature du pied mère. Ils sont en grand nombre et au stade de semis et recrû autour des semenciers encore en place. Et ils sont en nombre relativement faible au stade perchis et futaie pour les vieilles souches.

L'utilisation de l'analyse factorielle des correspondances (AFC) a permis de ressortir les liens qui unissent les facteurs stationnels entre eux et en rapport avec la régénération naturelle. Il convient toutefois d'être prudent dans l'interprétation des résultats obtenus, qui nécessitent d'ailleurs des études complémentaires. Pour notre cas, ce sont les observations sur terrain qui servent notamment d'appui à l'interprétation.

Les deux étapes de la régénération naturelle ont des exigences qui leur sont spécifiques. Le non-accomplissement de ces conditions implique une entrave à la réussite de la régénération.

Pour la phase d'installation, c'est l'humidité qui est le facteur limitant. A cela s'ajoutent évidemment la production et la dissémination des graines. Cette production dépend essentiellement du rythme phénologique.

La phase de développement implique le besoin en lumière. A défaut, les plantules restent toujours au stade juvénile jusqu'à ce qu'elles bénéficient de la lumière soit par la

présence d'une trouée due à différents phénomènes naturels (mort des arbres, chablis,...) ou artificiels (abattage, exploitation).

Le Hintsy n'a pas une affinité remarquable avec la végétation accompagnante, la fréquence de cette dernière ne présente pas une régularité spécifique. Toutefois, elle constitue aussi les concurrents de Hintsy au stade juvénile.

Cette étude ne prétend pas être complète. Il lui manque encore l'analyse concernant d'autres facteurs physiques agissant sur les conditions microstationnelles tels que le sol. Des études plus approfondies sur la conduite sylvicole de la régénération naturelle méritent d'être effectuées. Ceci pour définir la période des interventions afin d'assurer à tout moment une régénération satisfaisante.

Cependant, il en ressort les grandes lignes qui définissent la réussite de la régénération naturelle de Hintsy. Elle donne le principe pour une assistance de la régénération.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 DERVIN C. (1990) : Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle des correspondances?

- 2 GACHET C. (1971): Premiers résultats d'une période d'observations phénologiques à Foulpointe.

- 3 HOTTIN (1978) : Feuille TUV 43 : Vavatenina – Fénériver

Trav. du Bur. Géol. N° 126 45p. 4pl.h.t. 2 cartes

- 4 LANIER, L (1986) : Précis de sylviculture. ENGREF _ Nancy France

- 5 METRO, A.(1975) : Dictionnaire forestier multilingue

Collection de terminologie forestière multilingue

Association française des Eaux et Forêts. Conseil International de la Langue française. 432p.

- 6 NationalAcademie of Sciences . Tropical legumes: Resources for the Future
(1979) : Washington, 333p.

- 7 PARANT, CHICHIGNOUD, Présentation des caractères graphiques des principaux bois tropicaux. tome V - Bois de Madagascar
RAKOTOVAO(1985) FOFIFA/CTFT

- 8 RABEVOHITRA A.R.(1989) Contribution à l'étude de la flore forestière sur la germination de quelques essences forestières (N°5) - N°620 -

- 9 RAJOELISON J.(1982) Contribution à l'élaboration et à la mise au point de la Sylviculture du HINTSY (*Intsia bijuga*(Colebr) O.K.

Mémoire de fin d'études - Etablissement d'enseignement Supérieur des Sciences Agronomiques.

- 10 RAJOELISON L.G. (1995) Etude de la composition floristique, de la structure et du dynamisme d'une forêt littorale exploitée en vue de son aménagement sylvicole
- Exemple e la forêt littorale exploitée de Tampolo (FENOARIVO ATSINANANA) Côte Est de Madagascar
- 11 RAMBELOARISOA G.E. (1991) Etude sylvicole de la régénération naturelle de *Pinus patula* sur les hautes - terres centrales de Madagascar.
- 12 RAOLINANDRASANA L.O. (1994) Analyse sylvicole d'une variante de la forêt littorale– La forêt périodiquement inondée. Cas de Tampolo, Fenoarivo Atsinananana.
- 13 ROLLET (1969) Etudes quantitatives d'une forêt dense humide sempervirente de plaine de la Guyane vénézuélienne
- Thèse de Doctorat. Faculté des Sciences. Toulouse.
- 14 SCHÛTZ(1990) Sylviculture I. Pricipes d'éducation des Forêts
- Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. Lausanne. Suisse. 243p.
- 15 TRANCHEFORT J.et al.(1991) Manuel d'utilisation STATITCF
- 16 WALTER & LIETH (1967) Klimadiagramm-Weltatlas. G. Fischer. Jena, R.D.A.

Annexes 1 : Analyse Factorielle des Correspondances

***** ANALYSE DES CORRESPONDANCES MULTIPLES *****

CARACTERISTIQUES DU FICHIER : OLYRG1

TITRE : régénération

NOMBRE D'OBSERVATIONS : 80

NOMBRE DE VARIABLES : 6

***** NO DES VARIABLES ET NOMS *****

1. type / 2. piedm / 3. lum / 4. lit / 5. std / 6. nbrég /

| VARIABLE | Nb de CLASSES CREES | | | CLASSES | | |
|----------|------------------------|-------|------------------|---------|---------|--------------|
| | | No | Définition | | Libellé | Nb.individus |
| type | 2 | 1 | type1 | tp1 | 52 | |
| | | 2 | type2 | tp2 | 28 | |
| piedm | 4 | 1 | arbre | arb | 49 | |
| | | 2 | souche fraîche | SF | 6 | |
| | | 3 | souche dégradée | SD | 12 | |
| | | 4 | souche pourri | SP | 13 | |
| lum | 3 | 1 | entièrement rec | rec | 22 | |
| | | 2 | couvert 2 | C2 | 43 | |
| | | 3 | decouvert | C3 | 15 | |
| lit | 3 | 1 | épaisseur fine | EP1 | 12 | |
| | | 2 | épaiss.moyenne | EP2 | 51 | |
| | | 3 | épaisse | EP3 | 17 | |
| std | 3 | 1 | Stade 1 | st1 | 60 | |
| | | 2 | stade2 | st2 | 7 | |
| | | 3 | stade3 | st3 | 13 | |
| nbrég | 5 | 1 | nbrég de 3 à 10 | rg1 | 17 | |
| | | 2 | nbrég > 10 à 17 | rg2 | 14 | |
| | | 3 | nbrég > 17 à 24 | rg3 | 17 | |
| | | 4 | nbrég > 24 à 50 | rg4 | 16 | |
| | | 5 | nbrég > 50 à 195 | rg5 | 16 | |

NOMBRE TOTAL DE CLASSES = 20

***** TABLEAU DE BURT *****

TABLEAU DES EFFECTIFS

| type | | piedm | | | | lum | | | lit | | | std | | | nbrég | | | | | |
|----------|--------------|-----------|-------------|-------------|---------------------|------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|--|
| tp1 | tp2 | arb | SF | SD | SP | rec | C2 | C3 | EP1 | EP2 | EP3 | st1 | st2 | st3 | rg1 | rg2 | rg3 | rg4 | rg5 | |
| type tp1 | 52 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| tp2 | 0 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| arb | 36 13 | 49 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| piedm SF | 2 4 | 0 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SD | 7 5 | 0 0 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SP | 7 6 | 0 0 0 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| rec | 18 4 | 22 0 0 0 | 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| lum C2 | 29 14 | 25 3 9 6 | 0 43 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C3 | 5 10 | 2 3 3 7 | 0 0 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EP1 | 6 6 | 8 1 2 1 | 4 7 1 | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| lit EP2 | 31 20 | 28 5 9 9 | 10 28 13 | 0 51 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EP3 | 15 2 | 13 0 1 3 | 8 8 1 | 0 0 17 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| st1 | 40 20 | 48 6 5 1 | 21 34 5 | 9 36 15 | 60 | | | | | | | | | | | | | | | |
| std st2 | 3 4 | 0 0 4 3 | 0 2 5 | 1 6 0 | 0 7 | | | | | | | | | | | | | | | |
| st3 | 9 4 | 1 0 3 9 | 1 7 5 | 2 9 2 | 0 0 13 | | | | | | | | | | | | | | | |
| rg1 | 10 7 | 6 1 2 8 | 5 4 8 | 5 9 3 | 6 3 8 | 17 | | | | | | | | | | | | | | |
| rg2 | 8 6 | 7 3 2 2 | 3 8 3 | 3 9 2 | 10 2 2 | 0 14 | | | | | | | | | | | | | | |
| brég rg3 | 8 9 | 10 2 4 1 | 4 12 1 | 2 13 2 | 14 0 3 | 0 0 17 | | | | | | | | | | | | | | |
| rg4 | 12 4 | 15 0 1 0 | 5 9 2 | 2 10 4 | 15 1 0 | 0 0 0 16 | | | | | | | | | | | | | | |
| rg5 | 14 2 | 11 0 3 2 | 5 10 1 | 0 10 6 | 15 1 0 | 0 0 0 0 16 | | | | | | | | | | | | | | |
| tp1 tp2 | arb SF SD SP | rec C2 C3 | EP1 EP2 EP3 | st1 st2 st3 | rg1 rg2 rg3 rg4 rg5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| type | piedm | lum | lit | std | nbrég | | | | | | | | | | | | | | | |

***** TABLEAU DE BURT *****

TABLEAU DES PROPORTIONS (en pour mille par ligne)

| | type | | piedm | | | | lum | | | lit | | | std | | | nbrég | | | | |
|-----------|------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|
| | tp1 | tp2 | arb | SF | SD | SP | rec | C2 | C3 | EP1 | EP2 | EP3 | st1 | st2 | st3 | rg1 | rg2 | rg3 | rg4 | rg5 |
| type tp1 | 650 | 0 | 692 | 38 | 135 | 135 | 346 | 558 | 96 | 115 | 596 | 268 | 769 | 58 | 173 | 192 | 154 | 154 | 231 | 269 |
| tp2 | 0 | 350 | 464 | 143 | 179 | 214 | 143 | 500 | 357 | 214 | 714 | 71 | 714 | 143 | 143 | 250 | 214 | 321 | 143 | 71 |
| arb | 735 | 265 | 613 | 0 | 0 | 0 | 449 | 510 | 41 | 163 | 571 | 265 | 980 | 0 | 20 | 122 | 143 | 204 | 306 | 224 |
| piedm SF | 333 | 667 | 0 | 75 | 0 | 0 | 0 | 500 | 500 | 167 | 833 | 0 | 1000 | 0 | 0 | 167 | 500 | 333 | 0 | 0 |
| SD | 583 | 417 | 0 | 0 | 150 | 0 | 0 | 750 | 250 | 167 | 750 | 83 | 417 | 333 | 250 | 167 | 167 | 333 | 83 | 250 |
| SP | 538 | 462 | 0 | 0 | 0 | 163 | 0 | 462 | 538 | 77 | 692 | 231 | 77 | 231 | 692 | 615 | 154 | 77 | 0 | 154 |
| rec | 818 | 182 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 275 | 0 | 0 | 182 | 455 | 364 | 955 | 0 | 45 | 227 | 136 | 182 | 227 | 227 |
| lum C2 | 674 | 326 | 581 | 70 | 209 | 140 | 0 | 538 | 0 | 163 | 651 | 186 | 791 | 47 | 163 | 93 | 186 | 279 | 209 | 233 |
| C3 | 333 | 667 | 133 | 200 | 200 | 467 | 0 | 0 | 188 | 67 | 867 | 67 | 333 | 333 | 333 | 533 | 200 | 67 | 133 | 67 |
| EP1 | 500 | 500 | 667 | 83 | 167 | 83 | 333 | 583 | 83 | 150 | 0 | 0 | 750 | 83 | 167 | 417 | 250 | 167 | 167 | 0 |
| lit EP2 | 608 | 392 | 549 | 98 | 176 | 176 | 196 | 549 | 255 | 0 | 638 | 0 | 706 | 118 | 176 | 176 | 176 | 255 | 196 | 196 |
| EP3 | 882 | 118 | 765 | 0 | 59 | 176 | 471 | 471 | 59 | 0 | 0 | 213 | 882 | 0 | 118 | 176 | 118 | 118 | 235 | 353 |
| st1 | 667 | 333 | 800 | 100 | 83 | 17 | 350 | 567 | 83 | 150 | 600 | 250 | 750 | 0 | 0 | 100 | 167 | 233 | 250 | 250 |
| std st2 | 429 | 571 | 0 | 0 | 571 | 429 | 0 | 286 | 714 | 143 | 857 | 0 | 0 | 88 | 0 | 429 | 286 | 0 | 143 | 143 |
| st3 | 692 | 308 | 77 | 0 | 231 | 692 | 77 | 538 | 385 | 154 | 692 | 154 | 0 | 0 | 163 | 615 | 154 | 231 | 0 | 0 |
| rg1 | 588 | 412 | 353 | 59 | 118 | 471 | 294 | 235 | 471 | 294 | 529 | 176 | 353 | 176 | 471 | 213 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| rg2 | 571 | 429 | 500 | 214 | 143 | 143 | 214 | 571 | 214 | 214 | 643 | 143 | 714 | 143 | 143 | 0 | 175 | 0 | 0 | 0 |
| nbrég rg3 | 471 | 529 | 588 | 118 | 235 | 59 | 235 | 706 | 59 | 118 | 765 | 118 | 824 | 0 | 176 | 0 | 0 | 213 | 0 | 0 |
| rg4 | 750 | 250 | 938 | 0 | 63 | 0 | 313 | 563 | 125 | 125 | 625 | 250 | 938 | 63 | 0 | 0 | 0 | 0 | 200 | 0 |
| rg5 | 875 | 125 | 688 | 0 | 188 | 125 | 313 | 625 | 63 | 0 | 625 | 375 | 938 | 63 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 200 |
| tp1 tp2 | | | arb | SF | SD | SP | rec | C2 | C3 | EP1 | EP2 | EP3 | st1 | st2 | st3 | rg1 | rg2 | rg3 | rg4 | rg5 |
| type | | | piedm | | | | lum | | | lit | | | std | | | nbrég | | | | |

ETUDE DES VARIABLES

1re COLONNE : COORDONNEE

2e COLONNE : COSINUS CARRE (QUALITE DE LA REPRESENTATION)

3e COLONNE : CONTRIBUTION RELATIVE A L'INERTIE EXPLIQUEE PAR L'AXE

AXES PRINCIPAUX

POIDS (%) AXE 1 AXE 2 AXE 3

VARIABLES PRISES EN COMPTE DANS L'ANALYSE

| tp1 | ** | 65.00 | ** | -0.292 | 0.159 | 2.0* | -0.365 | 0.248 | 5.0* | -0.202 | 0.076 | 1.9* |
|-----|----|-------|----|--------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|
| tp2 | ** | 35.00 | ** | 0.545 | 0.160 | 3.8* | 0.678 | 0.248 | 9.2* | 0.375 | 0.076 | 3.5* |
| | ** | | | | | 5.8 * | | | 14.2 * | | | 5.4 * |
| arb | ** | 61.00 | ** | -0.637 | 0.642 | 9.1* | -0.101 | 0.016 | 0.4* | 0.210 | 0.070 | 1.9* |
| SF | ** | 8.00 | ** | 0.532 | 0.023 | 0.8* | 1.837 | 0.274 | 14.5* | 1.220 | 0.121 | 7.9* |
| SD | ** | 15.00 | ** | 0.640 | 0.072 | 2.3* | 0.654 | 0.075 | 3.7* | -1.444 | 0.368 | 22.1* |
| SP | ** | 16.00 | ** | 1.571 | 0.479 | 14.7* | -1.073 | 0.223 | 10.7* | -0.023 | 0.000 | 0.0* |
| | ** | | | | | 26.9 * | | | 29.2 * | | | 32.0 * |
| rec | ** | 28.00 | ** | -0.771 | 0.226 | 6.0* | -0.560 | 0.119 | 4.9* | 0.619 | 0.145 | 7.5* |
| C2 | ** | 54.00 | ** | -0.130 | 0.020 | 0.3* | 0.280 | 0.091 | 2.4* | -0.408 | 0.194 | 6.4* |
| C3 | ** | 19.00 | ** | 1.507 | 0.524 | 15.6* | 0.017 | 0.000 | 0.0* | 0.263 | 0.016 | 0.9* |
| | ** | | | | | 21.9 * | | | 7.3 * | | | 14.7 * |
| EP1 | ** | 15.00 | ** | 0.092 | 0.001 | 0.0* | 0.210 | 0.008 | 0.4* | 1.119 | 0.221 | 13.3* |
| EP2 | ** | 64.00 | ** | 0.197 | 0.068 | 0.9* | 0.268 | 0.127 | 2.6* | -0.229 | 0.092 | 2.4* |
| EP3 | ** | 21.00 | ** | -0.652 | 0.115 | 3.3* | -0.954 | 0.245 | 11.0* | -0.103 | 0.003 | 0.2* |
| | ** | | | | | 4.3 * | | | 14.1 * | | | 15.8 * |
| st1 | ** | 75.00 | ** | -0.480 | 0.692 | 6.3* | 0.173 | 0.090 | 1.3* | 0.114 | 0.039 | 0.7* |
| st2 | ** | 9.00 | ** | 1.621 | 0.252 | 8.4* | 0.318 | 0.010 | 0.5* | -0.976 | 0.091 | 5.9* |
| st3 | ** | 16.00 | ** | 1.349 | 0.353 | 10.8* | -0.970 | 0.183 | 8.7* | -0.001 | 0.000 | 0.0* |
| | ** | | | | | 25.6 * | | | 10.5 * | | | 6.6 * |
| rg1 | ** | 21.00 | ** | 1.093 | 0.322 | 9.3* | -0.910 | 0.223 | 10.1* | 0.646 | 0.113 | 6.3* |
| rg2 | ** | 18.00 | ** | 0.229 | 0.011 | 0.3* | 0.698 | 0.103 | 4.9* | 0.435 | 0.040 | 2.3* |
| rg3 | ** | 21.00 | ** | -0.102 | 0.003 | 0.1* | 0.789 | 0.168 | 7.6* | -0.140 | 0.005 | 0.3* |
| rg4 | ** | 20.00 | ** | -0.663 | 0.110 | 3.2* | -0.048 | 0.001 | 0.0* | 0.152 | 0.006 | 0.3* |
| rg5 | ** | 20.00 | ** | -0.586 | 0.086 | 2.5* | -0.435 | 0.047 | 2.2* | -1.071 | 0.287 | 16.2* |
| | ** | | | | | 15.5 * | | | 24.7 * | | | 25.5 * |

VALEURS PROPRES ET VECTEURS PROPRES

INERTIE TOTALE 2.333335

1ere COLONNE : VALEURS PROPRES (variances sur les axes principaux)

2eme COLONNE : CONTRIBUTION A L'INERTIE TOTALE
(pourcentages expliqués par les axes principaux)

3eme COLONNE : CONTRIBUTION CUMULEE A L'INERTIE TOTALE
(pourcentages cumulés expliqués par les axes principaux)

VAL.PRO %EXP %CUM

```

0.45 19 19 / *****
0.29 12 32 / *****
0.24 10 42 / *****
    
```

VECTEURS PROPRES (coefficients des modalités des variables dans l'équation
linéaire des axes principaux)

| | | | |
|-----|--------|--------|--------|
| tp1 | -0.433 | -0.677 | -0.416 |
| tp2 | 0.808 | 1.257 | 0.773 |
| arb | -0.945 | -0.186 | 0.434 |
| SF | 0.789 | 3.403 | 2.515 |
| SD | 0.949 | 1.211 | -2.976 |
| SP | 2.330 | -1.987 | -0.048 |
| rec | -1.144 | -1.037 | 1.277 |
| C2 | -0.192 | 0.519 | -0.842 |
| C3 | 2.235 | 0.032 | 0.541 |
| EP1 | 0.137 | 0.369 | 2.306 |
| EP2 | 0.292 | 0.497 | -0.472 |
| EP3 | -0.968 | -1.766 | -0.212 |
| st1 | -0.712 | 0.321 | 0.235 |
| st2 | 2.404 | 0.588 | -2.013 |
| st3 | 2.001 | -1.797 | -0.003 |
| rg1 | 1.621 | -1.686 | 1.331 |
| rg2 | 0.339 | 1.294 | 0.897 |
| rg3 | -0.151 | 1.462 | -0.288 |
| rg4 | -0.964 | -0.089 | 0.314 |
| rg5 | -0.869 | -0.806 | -2.208 |

annexe 2: Résultats statistiques

1. Test d'indépendance entre type de forêt et nature du pied mère

Contingency Table Analysis

Summary Statistics

| | | |
|--------------------------|-------|-----------|
| DF: | 3 | |
| Total Chi-Square: | 5.135 | p = .1622 |
| G Statistic: | 5.011 | |
| Contingency Coefficient: | .246 | |
| Cramer's V: | .253 | |

2. Test d'indépendance entre type de forêt et nature de lumière

Contingency Table Analysis

Summary Statistics

| | | |
|--------------------------|-------|-----------|
| DF: | 2 | |
| Total Chi-Square: | 9.46 | p = .0088 |
| G Statistic: | 9.367 | |
| Contingency Coefficient: | .325 | |
| Cramer's V: | .344 | |

3. Test d'indépendance entre type de forêt et épaisseur de litière

Contingency Table Analysis

Summary Statistics

| | | |
|--------------------------|-------|-----------|
| DF: | 2 | |
| Total Chi-Square: | 5.619 | p = .0602 |
| G Statistic: | 6.331 | |
| Contingency Coefficient: | .256 | |
| Cramer's V: | .265 | |

4. Test d'indépendance entre type de forêt et stade de développement :

Contingency Table Analysis

Summary Statistics

| | | |
|--------------------------|-------|-----------|
| DF: | 2 | |
| Total Chi-Square: | 1.684 | p = .4308 |
| G Statistic: | 1.601 | |
| Contingency Coefficient: | .144 | |
| Cramer's V: | .145 | |

5. Test d'indépendance entre type de forêt et nombre de régénération

Contingency Table Analysis

Summary Statistics

| | | |
|--------------------------|-------|-----------|
| DF: | 4 | |
| Total Chi-Square: | 7.334 | p = .1193 |
| G Statistic: | 7.876 | |
| Contingency Coefficient: | .29 | |
| Cramer's V: | .303 | |

6. Test d'indépendance entre pied mère et nature de lumière

Contingency Table Analysis

Summary Statistics

| | | |
|--------------------------|--------|-----------|
| DF: | 6 | |
| Total Chi-Square: | 32.688 | p = .0001 |
| G Statistic: | • | |
| Contingency Coefficient: | .539 | |
| Cramer's V: | .452 | |

7. Test d'indépendance entre pied mère et épaisseur de litière :

Contingency Table Analysis

Summary Statistics

| | | |
|--------------------------|------|-----------|
| DF: | 6 | |
| Total Chi-Square: | 4.43 | p = .6187 |
| G Statistic: | • | |
| Contingency Coefficient: | .229 | |
| Cramer's V: | .166 | |

8. Test d'indépendance entre pied mère et stade de développement

Contingency Table Analysis

Summary Statistics

| | | |
|--------------------------|--------|-----------|
| DF: | 6 | |
| Total Chi-Square: | 59.809 | p = .0001 |
| G Statistic: | • | |
| Contingency Coefficient: | .654 | |
| Cramer's V: | .611 | |

9. Test d'indépendance entre nombre de régénération et nature du pied mère

Contingency Table Analysis

Summary Statistics

| | | |
|--------------------------|--------|----------|
| DF: | 12 | |
| Total Chi-Square: | 27.315 | p = .007 |
| G Statistic: | • | |
| Contingency Coefficient: | .505 | |
| Cramer's V: | .337 | |

10. Test d'indépendance entre nature de lumière et épaisseur de la litière

Contingency Table Analysis

Summary Statistics

| | | |
|--------------------------|-------|-----------|
| DF: | 4 | |
| Total Chi-Square: | 7.301 | p = .1208 |
| G Statistic: | 7.62 | |
| Contingency Coefficient: | .289 | |
| Cramer's V: | .214 | |

11. Test d'indépendance entre nature de lumière et stade de développement

Contingency Table Analysis

Summary Statistics

| | | |
|--------------------------|--------|-----------|
| DF: | 4 | |
| Total Chi-Square: | 22.454 | p = .0002 |
| G Statistic: | • | |
| Contingency Coefficient: | .468 | |
| Cramer's V: | .375 | |

12. Test d'indépendance entre nature de lumière et nombre de régénération

Contingency Table Analysis

Summary Statistics

| | | |
|--------------------------|--------|-----------|
| DF: | 8 | |
| Total Chi-Square: | 15.021 | p = .0587 |
| G Statistic: | 14.617 | |
| Contingency Coefficient: | .398 | |
| Cramer's V: | .306 | |

13. Test d'indépendance entre épaisseur de litière et stade de développement

Contingency Table Analysis

Summary Statistics

| | | |
|--------------------------|-------|----------|
| DF: | 4 | |
| Total Chi-Square: | 2.822 | p = .588 |
| G Statistic: | • | |
| Contingency Coefficient: | .185 | |
| Cramer's V: | .133 | |

14. Test d'indépendance entre épaisseur de litière et nombre de régénération

Contingency Table Analysis

Summary Statistics

| | | |
|--------------------------|-------|-----------|
| DF: | 8 | |
| Total Chi-Square: | 9.314 | p = .3165 |
| G Statistic: | • | |
| Contingency Coefficient: | .323 | |
| Cramer's V: | .241 | |

15. Test d'indépendance entre stade de développement et nombre de régénération

Contingency Table Analysis

Summary Statistics

| | | |
|--------------------------|--------|-----------|
| DF: | 8 | |
| Total Chi-Square: | 24.148 | p = .0022 |
| G Statistic: | • | |
| Contingency Coefficient: | .482 | |
| Cramer's V: | .388 | |

16. Régression simple entre le nombre de régénération suivant le stade de développement pour les deux types de forêts.

Régression Simple X **1 : Colonne 1** **Y** **1 : Colonne 2**

| Comptage: | R: | R-carré: | R-carré ajusté: | RMS Résidus: |
|-----------|------|----------|-----------------|--------------|
| 7 | .941 | .885 | .862 | 31.229 |

Source Table d'Analyse de la Variance

| | ddl: | Somme des Carrés: | Moyenne quadratique: | F-test: |
|------------|------|-------------------|----------------------|-----------|
| REGRESSION | 1 | 37668.744 | 37668.744 | 38.626 |
| RESIDUEL | 5 | 4876.113 | 975.223 | p = .0016 |
| TOTAL | 6 | 42544.857 | | |

No Residual Statistics Computed

17. Corrélation entre nombre de régénération pour les deux types de forêt :

Coeff. Corr. X **1 : Colonne 1** **Y** **1 : Colonne 2**

| Comptage: | Covariance: | Corrélation: | R-carré: |
|-----------|-------------|--------------|----------|
| 7 | 31670 | .941 | .885 |

Annexes 3.(1) : Liste des arbres, arbustes, palmiers recensés dans les compartiments A

| Noms vernaculaires | Noms scientifiques | FAMILLE |
|-------------------------|--------------------------------------|------------------|
| Aferonakavy | <i>Scolopia erythroxyllum</i> | FLACOURTIACEAE |
| Amaninombilahy | <i>Leptolaena rotundifolia</i> | CHLAENACEAE |
| Amaninombilahy fotsy | <i>Eremolaena rotundifolia</i> | CHLAENACEAE |
| Ambora madinidravina | <i>Tambourissa sp.</i> | MONIMIACEAE |
| Anivona | <i>Phloga sp.</i> | PALMAE |
| Antohiravina | <i>Phyllarthron multiarticulatum</i> | BIGNONIACEAE |
| Befaitra | <i>Samadera indica</i> | SIMARUBACEAE |
| Beminofa | <i>Garcinia verrucosa</i> | GUTTIFERAE |
| Elana | <i>Sarcolana multiflora</i> | CHLAENACEAE |
| Elatr'angidina | <i>Filicium thouarsianum</i> | SAPINDACEAE |
| Famelon'ala | <i>Gambeya boiviniana</i> | SAPOTACEAE |
| Fandramanana | <i>Aphloia theaformis</i> | FLACOURTIACEAE |
| Fotsidinty | <i>Pachytrope obovata</i> | MORACEAE |
| Hafomena | <i>Dombeya coria</i> | STERCULIACEAE |
| Hafopotsy | <i>Grewia apetala</i> | TILIACEAE |
| Hafotrankora | <i>Rhopalocarpus thouarsianus</i> | RHOPALOCARPACEAE |
| Hasintoho | <i>Brexia madagascariensis</i> | BREXILACEAE |
| Hazoambo madinidravina | <i>Xylopi buxifolia</i> | ANNONACEAE |
| Hazoambo maitso | <i>Ambavia gerardii</i> | ANNONACEAE |
| Hazomainty | <i>Diospyros sp.</i> | EBENACEAE |
| Hazomalany beravina | <i>Casaria nigrescens nigrescens</i> | FLACOURTIACEAE |
| Hazombarorana | <i>Protorhus latifolia</i> | ANACARDIACEAE |
| Hazombato fotsy | <i>Homalium thouarsianum</i> | FLACOURTIACEAE |
| Hazondronono | <i>Stephanostegia capuronii</i> | APOCYNACEAE |
| Hintsy | <i>Intsia bijuga</i> | CAESALPINIACEAE |
| Kesikesika | <i>Dracaena sp.</i> | LILIACEAE |
| Laka | <i>myrica spathulata</i> | MYRICACEAE |
| Lohindry | <i>Cleisanthus capuronii</i> | EUPHORBIACEAE |
| Longotra | <i>Cryptocaria sp.</i> | LAURACEAE |
| Longotra fotsy | <i>Cryptocarya purieri</i> | LAURACEAE |
| Maimboholatra | <i>Brexia cauliflora</i> | CELASTRACEAE |
| Maimbovitsika | <i>Pittosporum ochronaefolium</i> | PITTOSPORACEAE |
| Maitsoririnina | <i>Olax pseudolaena</i> | OLACAEAE |
| Maitsoririnina beravina | <i>Olax emirnensis</i> | OLACACEAE |
| Maitsoririnina | <i>Olax speudaleia</i> | OLACACEAE |
| Matrambody | <i>Asteropeia amblyocarpa</i> | ASTERACEAE |
| Menahy | <i>Erythroxylum buxifolium</i> | ERYTHROXYLACEAE |
| Menavahatra | <i>Elaeodendron pauciflorum</i> | CELASTRACEAE |
| Mokaranandahy | <i>Macaranga perrieri</i> | EUPHORBIACEAE |
| Mokaranana | <i>Macaranga decaryana</i> | EUPHORBIACEAE |
| Molotr'angaka | <i>Enterospermum pachyphyllum</i> | RUBIACEAE |
| Nanto fotsy | <i>Labramia bojeri</i> | SAPOTACEAE |
| Nanto mena | <i>Faucherea glutinosa</i> | SAPOTACEAE |
| Rarà | <i>Mauloutchia chapelieri</i> | MYRISTICACEAE |
| Ravimasina | <i>Garcinia chapelieri</i> | GUTTIFERAE |

| Noms vernaculaires | Noms scientifiques | FAMILLE |
|-------------------------|------------------------------------|----------------|
| Rotra beravina | <i>Eugenia sp.</i> | MYRTACEAE |
| Rotra madinidravina | <i>Eugenia emirnensis</i> | MYRTACEAE |
| Sakaiala | <i>Cinnamosma macrocarpa</i> | CANNELACEAE |
| Tambonana | <i>Asteropeia multiflora</i> | ASTEROPEIACEAE |
| Tamenaka | <i>Hirtella cerbriformis</i> | ROSACEAE |
| Tangena | <i>Cerbera venenifera</i> | APOCYNACEAE |
| Tatantana | <i>Camptosperma micranthera</i> | ANACARDIACEAE |
| Tavaratra | <i>Potameia crassifolia</i> | LAURACEAE |
| Tavolo | <i>Ravensara acuminata</i> | LAURACEAE |
| Tavolopika | <i>Potameia meisa</i> | LAURACEAE |
| Tsiboraty | <i>Euphorbia teraptera</i> | MYRTACEAE |
| Tsifo beravina | <i>Peponidium lanceolatifolium</i> | RUBIACEAE |
| Tsifo madinidravina | <i>Canthium medium</i> | RUBIACEAE |
| Tsifontsoho | <i>Rhodocolea racemosa</i> | BIGNONIACEAE |
| Tsikafekafe | <i>Coffea sp.</i> | RUBIACEAE |
| Tsilaitra beravina | <i>Noronhia grandifolia</i> | OLEACEAE |
| Tsilaitra madinidravina | <i>Noronhia seyrigii</i> | OLEACEAE |
| Tsiramiramy | <i>micronychia sp.</i> | ANACARDIACEAE |
| Valavelona | <i>Hymenodictyon sp.</i> | RUBIACEAE |
| Varongy | <i>Ocotea sp.</i> | LAURACEAE |
| Voamatata | <i>Poupartia chapelieri</i> | ANACARDIACEAE |
| Voandrozana | <i>Schizolaena sp.</i> | CHLAENACEAE |
| Voapaka fotsy | <i>Uapaca littoralis</i> | EUPHORBIACEAE |
| Voapaka mena | <i>Uapaca thouarsii</i> | EUPHORBIACEAE |
| Voaranto ala | <i>Mimusops commersonii</i> | SAPOTACEAE |

Annexe 3 (2): Liste des plantes recensées dans le compartiment B

| Noms vernaculaires | Noms scientifiques | FAMILLE |
|------------------------|---------------------------------------|----------------|
| Amaninombilahy | <i>Eremolaena rotundifolia</i> | CHLAENACEAE |
| Aferonakavy | <i>Scolopia erythrocarpa</i> | FLACOURTIACEAE |
| Ambora | <i>Tambourissa uapacifolia</i> | MONIMIACEAE |
| Ambora beravina | <i>Tambourissa sp.</i> | MONIMIACEAE |
| Amboza | <i>Phloga sp.</i> | PALMAE |
| Andravoko | <i>Anthostema madagascariensis</i> | EUPHORBIACEAE |
| Antohiravina | <i>Phyllartron multiarticulatum</i> | BIGNONIACEAE |
| Beando | <i>Erytroxylum corymbosum</i> | ERYTROXYLACEAE |
| Beminofa | <i>Garcinia verrucosa</i> | GUTTIFERAE |
| Elatrangidina | <i>Filicium thouarsianum</i> | SAPINDACEAE |
| Famelona | <i>Gambeya boiviniana</i> | SAPOTACEAE |
| Fanavimangoaka | <i>Physena madagascariensis</i> | FLACOURTIACEAE |
| Fandramanana | <i>Aphloia thaeiformis</i> | FLACOURTIACEAE |
| Fandraha | <i>Pandanus sp.</i> | PANDANACEAE |
| Faninonakoho | <i>Ludia cf madagascariensis</i> | FLACOURTIACEAE |
| Fotsidity | <i>Bosqueia boiviniana</i> | MORACEAE |
| Goavitsinahy | <i>Psidium cattleyanum</i> | MYRTACEAE |
| Hafopotsy | <i>Grewia apetala</i> | TILIACEAE |
| Hafotra | <i>Dombeya sp.</i> | STERCULIACEAE |
| Harongampanihy | <i>Prorospermum chionanthifolium</i> | HYPERICACEAE |
| Hasina | <i>Dalbergia sp.</i> | LEGUMINOSAE |
| Hasintoho | <i>Brexia madagascariensis</i> | BREXILACEAE |
| Hazinina | <i>Rheedia mangorensis</i> | GUTTIFERAE |
| Hazinina mad | <i>Ochrocarpa madagascariensis</i> | GUTTIFERAE |
| Hazoambo mad | <i>Xylopiya buxifolia</i> | ANNONACEAE |
| Hazomafana | <i>Diospyros sp.</i> | EBENACEAE |
| Hazomainty | <i>Diospyrossquamosa</i> | EBENACEAE |
| Hazomalany ber | <i>Casearia nigrescens nigrescens</i> | FLACOURTIACEAE |
| Hazombarorana | <i>Protothus latifolia</i> | ANACARDIACEAE |
| Hazombato beravina | <i>Rinorea rubra</i> | VIOLACEAE |
| Hazombato fots | <i>Homalium thouarsianum</i> | FLACOURTIACEAE |
| Hazondahy | <i>Burasaia madagascariensis</i> | MENISPERMACEAE |
| Hazondronono | <i>Stephanostegia capuronii</i> | APOCYNACEAE |
| Hoditramalona | <i>Grisollea myriantha</i> | ICACINACEAE |
| Hompa | <i>Eugenia pluricymosa</i> | MYRTACEAE |
| Kesikesika | <i>Dracaena sp.</i> | LILIACEAE |
| Lohindry | <i>Cleisanthus capuronii</i> | EUPHORBIACEAE |
| Longotra | <i>Cryptocarya sp.</i> | LAURACEAE |
| Longotra fotsy | <i>Cryptocarya sp.</i> | LAURACEAE |
| Maimboholatra | <i>Brexiella cauliflora</i> | CELASTRACEAE |
| Maimbovitsika | <i>Pittosporum ochrosiana</i> | PITTOSPORACEAE |
| Maitsoirinina | <i>Olax pseudolaena</i> | OLACACEAE |
| Maitsoirinina Beravina | <i>Olax emirnensis</i> | OLACACEAE |
| Makarangahy | <i>Macaranga perrieri</i> | EUPHORBIACEAE |

| | | |
|-------------------------|------------------------------------|-----------------|
| Malemisisika | <i>Coffea corsiana</i> | RUBIACEAE |
| Mampody | <i>Vepris decaryana</i> | RUTACEAE |
| Maroampototra | <i>Filicium obrevatum</i> | SAPINDACEAE |
| Matrambody | <i>Asteropeia multiflora</i> | ASTERACEAE |
| Menahy | <i>Erythroxyllum uxifolium</i> | ERYTHROXYLACEAE |
| Menavahatra | <i>Elaeodendron pauciflorum</i> | CELASTRACEAE |
| Molotrakanga | <i>Enterospermum pachyphyllum</i> | RUBIACEAE |
| Nanto fotsy | <i>Labramia bojeri</i> | SAPOTACEAE |
| Nanto mena | <i>Faucherea glutinosa</i> | SAPOTACEAE |
| Nanto ravinengy | <i>Capurodendron tampinense</i> | SAPOTACEAE |
| Rara | <i>Mauloutchia chapelieri</i> | MYRISTICACEAE |
| Rotra beravina | <i>Eugenia sp.</i> | MYRTACEAE |
| Rotra madinidravina | <i>Eugenia emirnensis</i> | MYRTACEAE |
| Sadodoka | <i>Gaertnera phyllostachya</i> | RUBIACEAE |
| Sakaiala | <i>Cinnamosma sp.</i> | CANNELACEAE |
| Sinkara | <i>Chrysalidocarpus lutescens</i> | PALMAE |
| Sisipiana | <i>Blotia mimusoides</i> | EUPHORBIACEAE |
| Somotrorana | <i>Tinopsis sp.</i> | SAPINDACEAE |
| Tambonana | <i>Asteropeia multiflora</i> | ASTERACEAE |
| Tamenaka | <i>Hirtella cerebriformis</i> | ROSACEAE |
| Tangena | <i>Cerebra venenifera</i> | APOCYNACEAE |
| Tarantana | <i>Campnosperma micranthera</i> | ANACARDIACEAE |
| Tavaratra | <i>Potameia crassifolia</i> | LAURACEAE |
| Tavolo | <i>Ranvensara sp.</i> | LAURACEAE |
| Tavolo belo | <i>Ranvensara sp.</i> | LAURACEAE |
| TAVolopika | <i>Potameia meisa</i> | LAURACEAE |
| Totonkitsina | <i>Scolopia erythrocarpa</i> | FLACOURTIACEAE |
| Tsiarirana | <i>Coffea sp.</i> | RUBIACEAE |
| Tsibabena | <i>Drypetes madagascariensis</i> | EUPHORBIACEAE |
| Tsiboraty | <i>Euphorbia tetraptera</i> | EUPHORBIACEAE |
| Tsifintsoho | <i>Rhodocolea racemosa</i> | BIGNONIACEAE |
| Tsifo beravina | <i>Peponidium lanceolatifolium</i> | RUBIACEAE |
| TSifo madinidravina | <i>Canthium medium</i> | RUBIACEAE |
| Tsikafakafe | <i>Coffea sp.</i> | RUBIACEAE |
| Tsilaitra | <i>Noronhia linocerioïdes</i> | OLEACEAE |
| Tsialitra beravina | <i>Noronhia grandifolia</i> | OLEACEAE |
| Tsilaitra madinidravina | <i>Noronhia seyrigii</i> | OLEACEAE |
| Tsingovatra | <i>Dipsis sp.</i> | PALMAE |
| Tsiramiramy | <i>Tsiramiramy</i> | RUBIACEAE |
| Tsitakotrala | <i>Homalium laxiflorum</i> | FLACOURTIACEAE |
| Tsopatika | <i>Pachytrope obovata</i> | MORACEAE |
| Valanirana | <i>Nuxia capitata</i> | LOGANIACEAE |
| Valavelo | <i>Hymenodicton lohavato</i> | RUBIACEAE |
| Varongy | <i>Ocotea racemosa</i> | LAURACEAE |
| Vintanona | <i>Callophyllum chapelieri</i> | GUTTIFERAE |
| Voandrozana | <i>Schizolaena racemosa</i> | CHLAENACEAE |
| Voantalanina | <i>Rothmannia sp.</i> | RUBIACEAE |
| Voantsilana | <i>Cuphocarpus acuelatus</i> | ARALIACEAE |

| | | |
|---------------|----------------------------------|---------------|
| Voantsiritra | <i>Sorindea madagascariensis</i> | ANACARDIACEAE |
| Voapaka fotsy | <i>Uapaca littoralis</i> | EUPHORBIACEAE |
| Voapaka mena | <i>Uapaca littoralis</i> | EUPHORBIACEAE |
| Voaranto ala | <i>Mimusops commersonii</i> | SAPOTACEAE |
| Vongo | <i>Mammea bongo</i> | GUTTIFERAE |

