

# TABLE DES MATIERES

## REMERCIEMENTS

LISTE DES CARTES .....	i
LISTE DES FIGURES .....	i
LISTE DES PLANCHES ET PHOTOS .....	i
LISTE DES TABLEAUX .....	i
LISTE DES ANNEXES .....	ii
GLOSSAIRE .....	iii
LISTE DES ABREVIATIONS .....	iv
INTRODUCTION .....	1
<b>1<sup>ère</sup> partie : MILIEU D'ETUDE .....</b>	<b>3</b>
I – Localisation géographique .....	3
II– Milieu physique .....	3
II.1 – Relief.....	3
II.2 – Hydrographie .....	4
II.3 – Climat.....	4
II.4 – Géologie.....	7
III– Milieu biotique .....	9
III.1 – Flore et végétation .....	9
III.2– L’homme et ses activités .....	9
<b>2<sup>ème</sup> partie : MATERIEL ET METHODES.....</b>	<b>11</b>
<b>I– Matériel d’étude .....</b>	<b>11</b>
I.1 – Origine du nom de l’espèce.....	11
I.2 – Origine géographique.....	11
I.3 – Classification.....	11
I.4 – Description de la plante.....	12
II- Méthodologie.....	15
II.1 –Localisation et caractérisation des sites d’étude .....	15
II.1.1 – Reconnaissance préliminaire .....	15
II.1.2 – Caractérisation des sites d’étude.....	15
II.2 – Méthode d’analyse de la structure de la population .....	16
II.2.1– Classement des individus.....	18
II.2.2– Densité de la population. ....	18
II.2.3 – Potentiel de régénération naturelle de l’espèce.....	19
II.3 – Méthode d’étude de la reproduction .....	19

<b>II.3.1 – Travaux sur terrain.....</b>	<b>19</b>
II.3.1.1 – Etude de la relation entre la croissance végétative et l'état floral de la plante.....	19
II.3.1.1.1– Appareil végétatif .....	20
II.3.1.1.2 – Appareil reproducteur .....	20
II.3.1.1.3 – Analyse statistique des données morphologiques.....	20
II.3.1.2– Etude phénologique de l'espèce .....	21
II.3.1.2.1 – Période végétative.....	21
II.3.1.2.2 – Floraison .....	21
II.3.1.2.3 – Fructification.....	21
II.3.1.3 – Biologie florale .....	21
II.3.1.3.1 - Anthèse .....	22
II.3.1.3.2 – Emission de parfum .....	22
II.3.1.3.3 – Production de nectar .....	22
II.3.1.4 – Activités des visiteurs .....	23
II.3.1.5 – Modes de reproduction ou breeding- system.....	23
II.3.1. 6 – Etude de la fructification.....	23
<b>II.3.2– Travaux de laboratoire .....</b>	<b>25</b>
II.3.2.1– Matériels d'étude .....	25
II.3.2.2– Choix et préparation des milieux de culture .....	26
II.3.2.2.1– Choix des milieux de culture .....	27
II.3.2.2.2– Fabrication des milieux de culture.....	27
II.3.2.3 – Mise en culture des graines.....	30
II.3.2.3.1 – Désinfection des fruits .....	30
II.3.2.3.2 – Semis des graines.....	31
II.3.2.4 – Suivi de la germination.....	31
II.4– Détermination des échantillons.....	31
<b>3<sup>ème</sup> partie : RESULTATS ET INTERPRETATIONS .....</b>	<b>32</b>
I – Caractéristiques des sites d'étude.....	32
II – Structure de la population.....	34
II.1– Compositions en individus de la population .....	36
II.3– Potentiel de régénération de la plante .....	37
III – Ecologie de la reproduction.....	38

<b>III.1 – Résultats des travaux sur terrain .....</b>	<b>38</b>
III.1.1 – Relations entre caractères végétatifs et caractères reproductifs de la plante .....	38
III.1.1.1 – Appareil végétatif .....	38
III.1.1.2 –Appareil reproducteur.....	39
III.1.1.3 – Résultats des analyses statistiques.....	39
III.1.2 – Cycle phénologique de l’espèce .....	41
III.1.2.1 – Période végétative .....	41
III.1.2.2 – Floraison.....	42
III.1.2.3 – Fructification .....	43
III.1.3 – Biologie florale.....	44
III.1.3.1 – Anthèse .....	44
III.1.3.2 – Emission de parfum.....	45
III.1.3.3– Production de nectar .....	45
III.1.4. – Activités des visiteurs.....	46
III.1.5 – Modes de reproduction ou breeding – system.....	47
III.1.6– Mesure des fruits .....	48
<b>III.2– Résultats des travaux de laboratoire.....</b>	<b>49</b>
III.2.1– Tests de germination.....	49
 <b>4<sup>ème</sup> partie : DISCUSSION .....</b>	<b>53</b>
CONCLUSION .....	57
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	60

## LISTE DES CARTES

Carte 01 : Localisation de la région d'Ambatofinandrahana.....	5
Carte 02 : Carte géologique d'Ambatofinandrahana.....	8
Carte 03 : Carte de localisation de la zone d'étude .....	17

## LISTE DES FIGURES

Fig 01 : Courbe ombrothermique de Gaussen.....	6
Fig 02: Schéma représentatif d'un placeau .....	16
Fig 03 : Structure de la population d' <i>A. longicalcar</i> .....	38
Fig 04 : Phénologie d' <i>A. longicalcar</i> .....	41
Courbe 01 : Floraison d' <i>A. longicalcar</i> .....	41
Courbe 02 : Suivi de l'ouverture florale d' <i>A. longicalcar</i> .....	44

## **LISTE DES PLANCHES ET PHOTOS**

Photo 01: Relief d'Ambatofinandrahana.....	3
--	---

**Planche I** : Pieds d'*A. longicalcar* à Analavory- Itasy, Port de la plante, Fleur d'*A. longicalcar*

Fruits d' <i>A. longicalcar</i> ( Photos 02, 03, 04, 05).....	13
---	----

**Planche II** :

D- Pied adulte d' <i>A. longicalcar</i> avec inflorescences, fleur d' <i>A. longicalcar</i> (A- vue de profil, B- vue de face), mise en évidence des différentes pièces florales (C, E, F, G, H, I, K). .....	14
--	----

**Planche III** :

Matériels de laboratoire (Photos 06, 07, 08, 09,10, 11) .....	27
---	----

**Planche IV** :

Résultats des tests de germination (Photos14, 15, 16, 17) .....	52
---	----

Photo 12: Boutons floraux.....	43
--------------------------------	----

Photo 13: Pleine floraison .....	43
----------------------------------	----

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tab 01 : Caractéristiques des sites d'étude. ....	32
Tab 02 : Structure de la population d' <i>Angraecum longicalcar</i> .....	34
Tab 03 : Potentiel de régénération de la plante .....	37

Tab 04 : Matrice de corrélation .....	40
Tab 05 : Phénologie de la floraison d' <i>Angraecum longicalcar</i> .....	42
Tab 06 : Suivi de l'ouverture florale de la plante.....	44
Tab 07 : Production de nectar.....	45
Tab 08 : Transfert de pollinies chez <i>Angraecum longicalcar</i> .....	46
Tab 09 : Résultats des tests de pollinisation.....	47
Tab 10 : Mesure des fruits.....	48
Tab 11 : Résultats des essais de germination (11-a et 11-b) .....	49

#### LISTE DES ANNEXES

ANNEXE I : Photos des sites d'étude, Usine MAGRAMA, Gisement de marbre, Dôme à cipolin, feux de brousse à Ambatofinandrahana.

ANNEXE II : Carte des divisions phytogéographiques de Madagascar (HUMBERT, 1955)

ANNEXE III : Carte des divisions bioclimatiques de Madagascar (CORNET, 1976)

ANNEXE IV : Données météorologiques d'Anketro- Ambatofinandrahana (1960- 1990)

ANNEXE V : Caractères végétatifs et reproducteurs d'*Angraecum longicalcar*

ANNEXE VI : Cortège floristique global des sites d'étude

ANNEXE VII : Milieux de culture utilisés pour les semis des graines d'*Angraecum longicalcar*

## GLOSSAIRE

**Allogamie** ou Fécondation croisée : fécondation entre individus différents d'une fleur assurée par le pollen d'une autre fleur de la même espèce.

**Anthèse** : ensemble des phénomènes qui se manifestent depuis l'ouverture de la fleur jusqu'à sa fanaison.

**Apomixie** : mode de reproduction caractérisée par l'absence de fécondation, les ovules non fécondés produisent des graines dans l'ovaire.

**Autogamie** (Autopollinisation) : fécondation d'une fleur assurée par son propre pollen.

**Capsule** : fruit sec déhiscent, provenant de la transformation d'un ovaire à plusieurs carpelles soudés s'ouvrant suivant des fentes longitudinales laissant échapper les graines.

**Caudicule** : pédicelle très fin qui porte les pollinies.

**Clones** : ensemble d'individus génétiquement identiques issus d'un même individu originel par multiplication végétative.

**Entomophile** : syndromes floraux favorisant la pollinisation par les insectes.

**Lithophyte**: végétaux qui vivent fixés sur des rochers.

**Phénologie** : étude des variations des phénomènes périodiques de la vie végétale ou animale en fonction du climat.

**Pollinie** : masse de grains de pollen agglutinés, qui peut- être transportée en bloc par les insectes.

**Proboscis**: trompe des insectes Lépidoptères.

**Protocormes** : premier stade de la croissance d'une orchidée à partir d'une graine ou d'un méristème avant et au moment de sa différenciation en bourgeon foliaire et en racicule.

**Rostellum** : languette sur les fleurs d'Orchidées qui empêche le contact des pollinies avec les stigmates.

**Sclérophyllie** : dispositif d'adaptation pour certains types végétaux, lesquels ont des feuilles endurecies par une épaisse cuticule afin de limiter les pertes hydriques vers l'atmosphère.

**Sphingophile** : syndromes floraux favorisent la pollinisation par des sphinx.

### **Listes des abréviations**

A.N.G.A.P : Association Nationale pour la Gestion des Aires Protégées.

C.I.T.E.S: Convention sur le Commerce International des Espèces de faune et de flore sauvages menacés d'extinction.

Comm. pers.: Communication personnelle

U.I.C.N.: Union Internationale pour la Conservation de la Nature et de ses ressources.

M.A.E.P.: Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche

MA.GRA.MA : Marbre et Granite de Madagascar

O.N.E. : Office National pour l'Environnement

P.B.Z.C.T. : Parc Botanique, Zoologique et Culturel de Tsimbazaza

P.N.U.E.: Programme de Nations Unies pour l'Environnement.

T.P.A.: Threatened Plants Appeal

U.P.D.R.: Unité de Politique de Développement Rural

T.A.N : Code de l'herbarium du PBZCT à Antananarivo



# INTRODUCTION

Madagascar est un important centre de biodiversité au niveau mondial par l'originalité, la richesse et le haut degré d'endémisme de sa flore et de sa faune notamment par ses 1000- 1500 espèces d'Orchidées. Plus de 1000 espèces épiphytes et terrestres, endémiques pour la majeure partie d'entre elles, se développent dans les forêts humides ou sèches de Madagascar. Elles sont particulièrement abondantes sur la côte Est de la grande île. Certaines espèces sont épilithes et vivent sur des rocailles des hautes terres malgaches.

Les Orchidées méritent une attention particulière parce que quelque 60 espèces font l'objet de collecte intensive dans la nature pour la vente locale et l'exportation à l'étranger et que l'état de conservation des Orchidées malgaches nécessitent des recherches et des observations sur terrain car plus de 63% ont un statut UICN inconnu (ONE, ANGAP, PNUE, 1997).

Un nombre significatif de ces espèces sont actuellement rares et certaines d'entre elles menacées d'extinction à cause du défrichement des forêts et des zones boisées, des fréquents feux de brousse, des exploitations minières, des collectes illicites en masse à des fins commerciales et, parfois à usage scientifique. Leur habitat est limité à une ou deux localités seulement.

L'espèce *Angraecum longicalcar*, une Orchidée endémique malgache, découverte en 1965 dans la région d'Itasy (DU PUY *et al*, 1999), est à présent en voie d'extinction dans son site d'origine. Elle fait partie des 19 espèces rares de Madagascar appartenant à la famille des Orchidées, des Palmiers et des plantes succulentes qui ont été considérées dans le projet TPA ou Threatened Plants Appeal Project, un projet de Royal Botanic Gardens- Kew, mis en exergue dans le cadre de la conservation des plantes menacées de Madagascar. Six espèces d'Orchidées menacées de Madagascar à savoir *Angraecum longicalcar*, *Aeranthes henricii*, *Grammangis spectabilis*, *Eulophiella roempleriana*, *Angraecum magdalenae* et *Bulbophyllum hamelinii* ont été incluses dans ce projet TPA. Elles ont été prospectées dans différents endroits. L'espèce *Angraecum longicalcar* a été choisie lors des périodes de prospection. Elle est appelée "Soave" par la population locale dans la région d'Ambatofinandrahana. Elle est utilisée par des guérisseurs de la région contre les maladies musculaires et les crises cardiaques (Comm. pers.).

Jusqu'à présent, il existe peu d'informations détaillées, disponibles sur cette espèce. *Angraecum longicalcar* est inscrite dans la liste rouge des espèces critiqueusement en danger (CR) de l'UICN en 2001. Elle appartient à la liste des espèces végétales de l'Annexe II de la

Convention CITES. Elle fait partie des plantes les plus commercialisées de Madagascar. De 1989 en 1999, 195 plantes vivantes ont été exportées, un pied exporté en 2003 (CITES, 2003).

Ambatofinandrahana a été choisie parce que la taille de la population de *Angraecum longicalcar* rencontrée dans cette région permet de réaliser l'étude afin d'obtenir des résultats fiables et pertinents. Cette région recèle un trésor botanique constitué de quelques familles endémiques malgaches : SARCOLAENACEAE, ASTEROPEIACEAE..., et un certain nombre d'Orchidées endémiques. Parmi les espèces endémiques de la région, quelques espèces de la Famille des SARCOLAENACEAE, *Uapaca bojeri* de la Famille des EUPHORBIACEAE et deux espèces d'Aloes, *Aloes capitata* var. *cipolinicola* et *Aloes vaombe* var. *poissonii* ont fait l'objet d'étude scientifique (RAKOTOARISOA, 2000, ANDRIAMIHAJARIVO, 2002, RASOLONDRALIBE, 2004). Par contre, aucune étude sur les orchidées n'a pas encore été effectuée.

Par ailleurs, cette zone est également soumise à :

- une forte pression anthropique due essentiellement aux passages fréquents des feux dans le but de régénérer les savanes et de créer de nouvelles parcelles agricoles, et des zones de pâturage,
- l'exploitation minière réalisée par MAGRAMA, une compagnie qui exploite les marbres et les granites dans la région d'Ambatofinandrahana
- au pillage excessif des plantes ornementales. Tous ces facteurs entraînent la dégradation des habitats des espèces aussi bien animales que végétales (ANDRIANTIANA, 2003).

A première vue, *Angraecum longicalcar* est confrontée à ces problèmes. Elle est menacée d'extinction dans son site d'origine (PETIT JEAN, 2003). Ainsi, la protection de cette espèce s'avère urgente.

En conséquence, l'étude a comme objectifs de fournir des données sur terrain sur les causes principales de la rareté de l'espèce *Angraecum longicalcar* à partir de l'analyse de la structure de la population et l'écologie de la reproduction de la plante et de proposer des mesures de conservation adéquates.

Le travail comportera quatre grandes parties :

- la première partie décrira le milieu d'étude
- la deuxième traitera les matériels et méthodes
- la troisième partie donnera les résultats et interprétations
- Et enfin la quatrième traitera la discussion.

## **I - Localisation géographique**

La région d'Ambatofinandrahana est située à 240km au Sud-ouest d'Antananarivo, dans la partie centrale des hautes-terres malgaches, au Nord-ouest de la province de Fianarantsoa (carte 01). Elle se trouve à 72km d'Ivato en suivant une bifurcation à droite de la Route Nationale 7 pour rejoindre la Route Nationale 35. Elle est comprise entre 20° 30' - 20° 37' de Latitude sud et 46° 15' - 46° 50' de Longitude est.

La région d'Ambatofinandrahana fait partie des quatre sous-préfectures qui constituent la région d'Amoron'i Mania avec les sous-préfectures d'Ambositra, de Fandriana et de Manandriana (MAEP,UPDR, 2003).

## **II- Milieu physique**

### **II.1 - Relief**

Le pays Betsileo présente un relief montagneux (photo 01), formé par des massifs vigoureux isolés et sillonnés par des dépressions étroites. A l'Ouest se trouve une succession de plaines d'altitude qui vers le centre, s'élèvent brusquement et atteignent 2000m.

La structure orographique de la région d'Ambatofinandrahana est complexe avec une succession de dépressions et de massifs montagneux, dont la morphologie varie avec la nature du sol (BESAIRIE, 1962).



Photo 01: Relief montagneux d'Ambatofinandrahana

Nous pouvons distinguer d'Ouest en Est :

- Le massif quartzitique d'Itremo : une région désertique couverte de prairies, à relief déchiqueté avec de vastes plateaux pénéplanés recouverts de sable fin siliceux.
- La dépression de l'Imorona à l'Est du massif de l'Itremo, à relief mou, très adouci, avec des vallées alluviales cultivées.
- La dépression de la zone Sud orientale correspond à des cœurs anticlinaux déblayés par l'érosion. Le relief est ondulé, formé de collines couvertes d'une épaisse carapace latéritique, occupé par des prairies DELUBAC et RANTOANINA, 1962)..

## II.2- Hydrographie

L'hydrographie de la région est caractérisée par deux grands bassins :

- Au Sud, le bassin de la Matsiatra ( affluent de la Mangoky). Les principaux cours d'eau de cette zone sont l'Ankota dans la région d'Ambovombe et d'Andohatsinjavona, l'Aniso qui draine tout le centre Sud grâce à ses affluents Andoharano et Itea. L'Ankorota qui coule sensiblement du Nord au Sud et le Kelibezizitra qui coule d'Est en Ouest, à la limite Ouest de la région.
- Au Nord, le bassin de la Mania ( affluent de la Tsiribihina). Ses principaux affluents sont l'Imorona à l'Ouest, l'Itsindro à l'Est et l'Ivato au Nord- Est.

## II.3- Climat

La région d'Ambatofinandrahana fait partie du domaine du Centre. Elle appartient à l'étage subhumide (CORNET, 1974). Les conditions climatiques évoluent de façon assez régulière d'Est en Ouest. En allant vers l'Ouest, le climat s'apparente de plus en plus au climat occidental, avec une température plus élevée, des précipitations un peu moins importantes, et une séparation beaucoup plus nette entre la saison pluvieuse et la saison sèche.

Les stations climatologiques et pluviométriques sont abandonnées ou en panne actuellement à Ambatofinandrahana (MAEP, UPDR, 2003), nous nous sommes référés aux données météorologiques d'Anketro- Ambatofinandrahana. Cette zone est comprise entre 20°33' de latitude sud et 46°48' de longitude est avec une altitude de 1430m.



**Carte 01 : Localisation de la région d’Ambatofinandrahana**

Source: Carte routière de Madagascar FTM

 Région d’Ambatofinandrahana  
Echelle: 1/ 2.000.000

## Pluviométrie

Les relevés climatiques de la région d'Amoron'i Mania sont variables selon les années. Mais les moyennes des précipitations annuelles de 1931 à 1960 et de 1984 à 1997 sont respectivement de 1556mm et 1107, 3mm (MAEP, 2003). La saison pluvieuse débute vers le mois d'octobre pour terminer vers le mois d'Avril et la période sèche de Mai à fin Septembre.

Le diagramme ombrothermique (Fig 01) est représenté selon les principes définis par H. GAUSSEN :

- en abscisse, les mois de Juillet à Juin
- en ordonnée à gauche, les précipitations P en mm
- en ordonnée à droite, les températures T en °C et selon la formule de GAUSSEN :

$$P = 2T$$

A Ambatofinandrahana, la moyenne des précipitations annuelles varie de 80 à 160mm.

Les mois les plus arrosés sont les mois de Décembre à Mars (entre 250mm et 385mm).

Les mois les moins pluvieux sont les mois de Juin à Septembre (entre 03mm et 10mm de pluie)

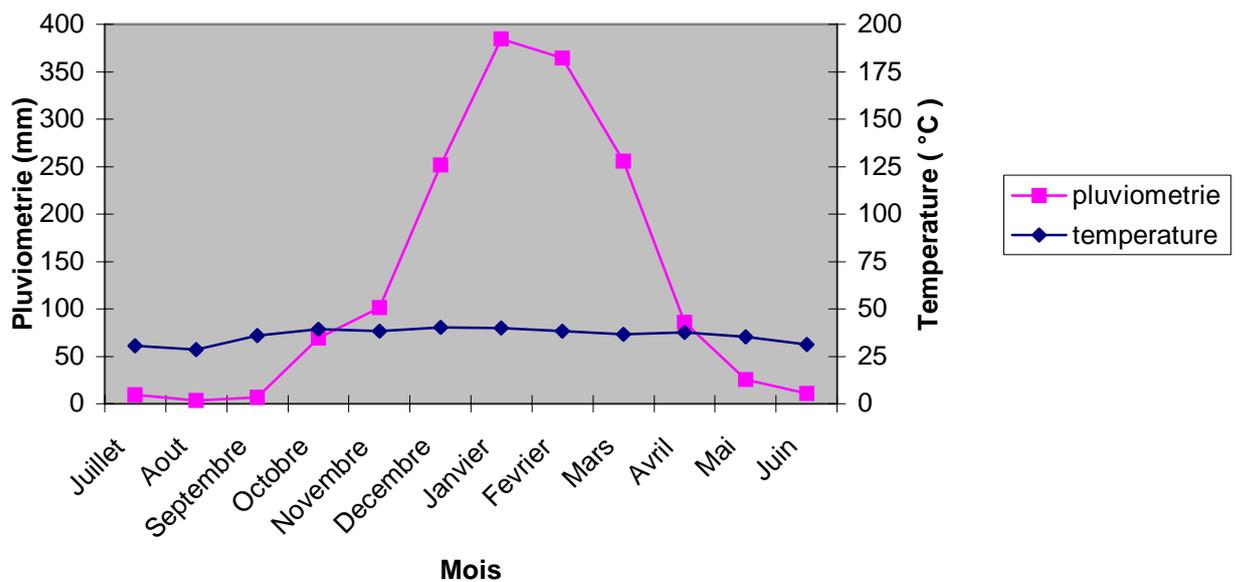


Figure 01: Courbe ombrothermique de Gausson

### Température

La température moyenne annuelle de la région ne dépasse pas 20°C. La température la plus basse enregistrée est de 16°C. La température augmente du Nord en descendant vers le Sud, de même du Centre vers l'Ouest que vers l'Est (16°C à 25°C et de 16°C à 19°C). Le gradient de température est moins élevé dans le sens Nord- Sud que dans le sens centre-est ou centre- Ouest.

### Vent

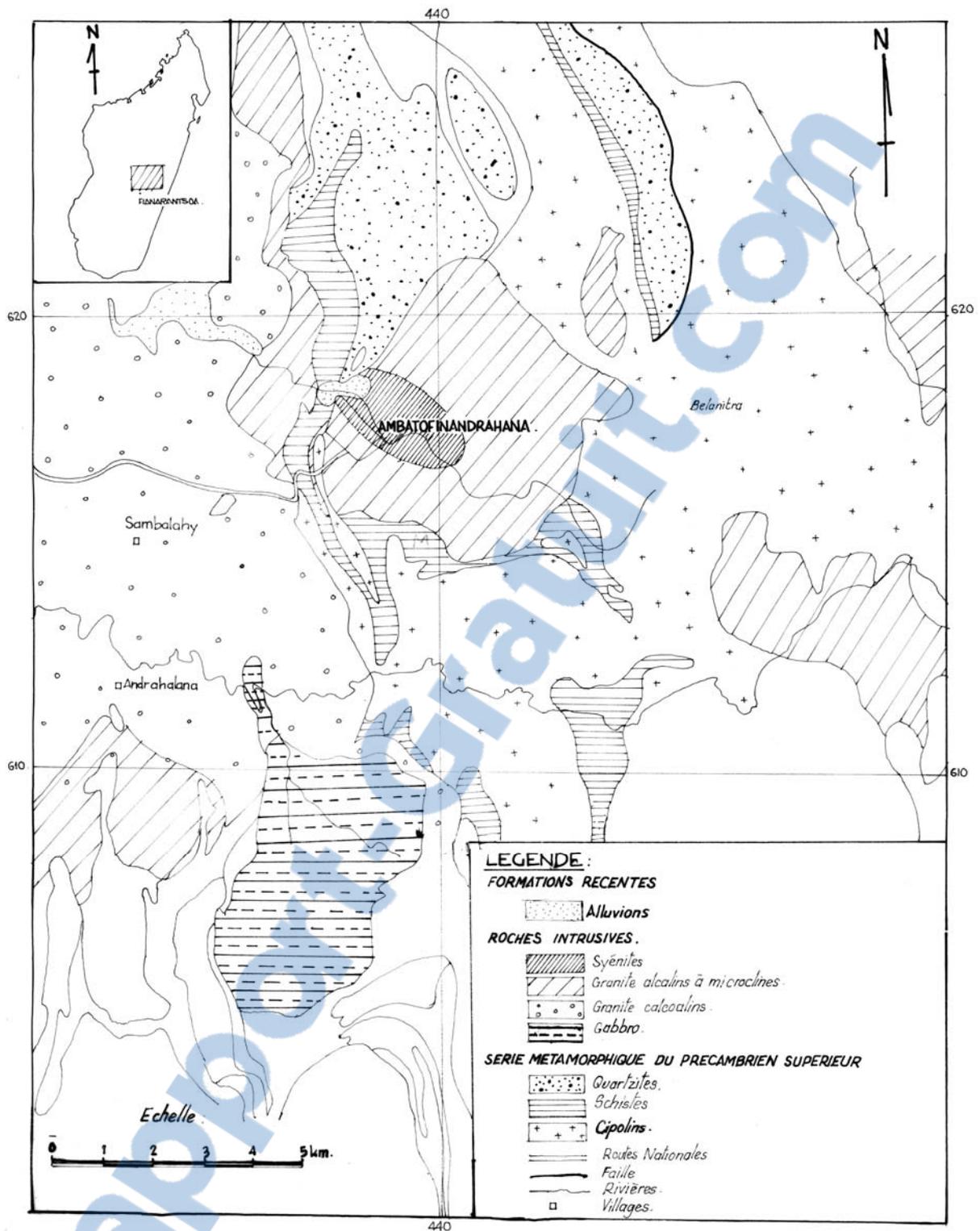
Les versants occidentaux sont soumis à un régime climatique intermédiaire entre les régions orientales et les régions occidentales de l'île. Les courants aériens provoquent un effet de fœhn : les alizés franchissent lentement les hautes terres, l'air ayant perdu son humidité donne un vent à effet desséchant sur la végétation.

## II.4- Géologie

Le vieux socle est formé de gneiss souvent amphibolique avec des roches granitiques et migmatites sous- forme de minces filets allongés du Nord au Sud.

Géologiquement, la région d'Ambatofinandrahana est constituée par la série paramétamorphique « quartzo-schisto-dolomitique » appartenant au Précambrien (CHOQUET, 1973). Cette série est très importante en superficie. Les cipolins du Précambrien terminal sont des cipolins dolomitiques, à cassure saccharoïde ou grenue, de couleur généralement blanche crème, mais parfois teintés en brun ou en vert par des minéraux accessoires. Ils sont presque toujours quartzifères, et sont en outre souvent chargés en silicates.

Un gisement de schistes pseudo- ardoisiers a été connu depuis plus d'un siècle au Sud d'Ambatofinandrahana (Carte 02). Il s'agit, en fait, d'un banc de quartzite, à débit schisteux, riches en biotite, interstratifiés dans les formations micaschisteuses et cipoliniques de la vallée de l'Andoharano. Ce banc affleure en contre- bas de la route d'Ambatofinandrahana à Fenoarivo.



Carte 02 : Carte géologique d'Ambatofinandrahana

(Service géologique MADAGASCAR, N°51 – ITREMO AMBATOFINANDRAHANA 1963)

### **III- Milieu biotique**

#### **III.1- Flore et végétation**

D'après HUMBERT en 1954, la région d'Ambatofinandrahana correspond au Domaine du Centre, à l'étage des pentes occidentales. Elle appartient à la zone Eco- floristique occidentale de moyenne altitude (FARAMALALA, 1988).

La végétation climacique est caractérisée par une forêt sclérophylle de moyenne altitude, une forêt héliophile, basse et sempervirente, appartenant à la série à *Uapaca bojeri* et à SARCOLAENACEAE (PERRIER DE LA BATHIE, 1929). Cette forêt est actuellement à l'état de relictés sous- forme de forêt claire, une grande partie ayant été détruite par les feux.

Les surfaces généralement planes sont recouvertes par une formation herbeuse formée essentiellement de touffes de graminées vivaces à feuilles basilaires, étroites et enroulées (GUILLAUMET *et al*, 1973).

A présent, la région est recouverte de grandes superficies de savanes herbeuses à *Hyparrhenia rufa* et à *Heteropogon contortus* avec quelques relictés de forêt sclérophylle basse dégradée (MAEP, 2003). En plus de ces formations, il y a la végétation saxicole sur les collines constituées de granite et de marbre.

#### **III.2- L'homme et ses activités**

La région d'Ambatofinandrahana s'étend sur 10132 km<sup>2</sup>, où réside une population de 143.990 habitants soit une densité moyenne de 14 habitants par km<sup>2</sup> (MAEP, 2003).

La population de la région est formée par des Betsileo, quelques Merina immigrés formant de petites communautés dans les grands villages, des Bara, originaires des fivondronana avoisinantes (Ikalamavony, Mahabo, Ivohibe) dont la plupart sont des éleveurs et vendeurs de bovins.

##### **Secteur agricole**

99,26% de la population rurale sont des agriculteurs et éleveurs (MAEP, 2003).

La presque totalité des vallées sont exploitées et même les pentes où l'irrigation est difficile sont occupées par les rizières en étage. Les autres cultures vivrières destinées surtout à l'autoconsommation sont très répandues : manioc, patate douce, haricot, maïs, etc.

On a recensé un nombre important de bovidés dans la sous-préfecture d'Ambatofinandrahana : soit 66.300 bovins et 375 vaches laitières (MAEP, 2003).

### **Secteur minier**

Des ressources minières, comme les minerais de cuivre, le calcaire, le quartz et le zircon se rencontrent dans la région d'Ambatofinandrahana. Des champs pégnatitiques constitués de béryl, de feldspath et de columbite se trouvent dans la partie Ouest de la région.

Des produits de sous-sol comme les marbres ou cipolins dolomitiques sont exploités par l'industrie minière MAGRAMA qui travaille sur les granites et les marbres de Madagascar dans le Sud d'Ambatofinandrahana,.

### **Problèmes rencontrés**

La région d'Ambatofinandrahana dispose d'une richesse floristique importante avec un taux d'endémisme élevé de 68% (RAKOTOARISOA, 2000). Les principaux écosystèmes comprennent des forêts naturelles, des savanes et des prairies. Toutefois, la population ignore la valeur des ressources naturelles.

D'importantes superficies forestières disparaissent à cause de la pratique intense des cultures sur brûlis et des passages réguliers de feux dans la région. Les actes de banditisme obligent la population à vivre loin des champs de culture, et à s'abstenir de développer la taille de ses troupeaux. Ceci l'amène à réduire les cultures de riz sur rizières inondées et l'incite à pratiquer le tavy. Les feux de brousse et l'exploitation minière illicite entraînent la dégradation des sols et intensifient les phénomènes d'érosion.

La collecte des pierres précieuses se fait de façon individuelle, anarchique et non contrôlée.

Compte tenu de l'état de destruction de l'environnement en général et du sol en particulier, le nombre des organisations paysannes oeuvrant dans la protection de l'environnement reste insuffisant (MAEP, UPDR, 2003).

## I- MATERIEL D'ETUDE

Le matériel d'étude est l'espèce *Angraecum longicalcar* (Bossler) Senghas.

### ***I.1 - Origine du nom de l'espèce***

Le nom *Angraecum* provient du malay angrek ou angurek qui désigne les espèces épiphytes. Ce genre comprend plus de 200 espèces dont près de 114 sont endémiques de Madagascar (PETIT JEAN, 2003). Le reste est originaire des îles voisines et de l'Afrique.

Le nom de genre découle de la première espèce décrite par le colonel Bory à savoir : *Angraecum eburneum*. Elle est connue depuis 1804 à l'issue d'un voyage à l'île de La Réunion.

L'espèce *Angraecum eburneum* Bory ssp *superbum* var. *longicalcar* a été découverte en 1965 par J.BOSSER. C'est une espèce endémique malgache. Le terme *longicalcar* est un mot latin qui signifie long éperon. Actuellement, l'espèce est appelée *Angraecum longicalcar* (Bossler) Senghas (DU PUY *et al.*, 1999).

### ***I.2 - Distribution géographique***

C'est une espèce épilithe de la partie Centre- Ouest des hauts- plateaux de Madagascar, elle se trouve à une altitude entre 1000 et 1300m. Elle a été découverte en 1964, dans la région d'Analavory- Itasy, sur un seul point rocheux, de trachytes, un ancien cône volcanique au sein d'une savane près du lac Itasy (Photo02). En 2003, seuls deux jeunes pieds d'*Angraecum longicalcar* ont été rencontrés à Analavory- Itasy alors qu'en 1988, il y avait encore 23 sur le même site dont certains sont de très grande taille ( environ 1,30m) (RANDRIAMANINDRY, Comm. pers.)

Il a été signalé que l'espèce a également été rencontrée dans la région de Bekopaka-Tsiroanomandidy, région du Moyen- Ouest (RAZANABENJA, Comm. pers.).

### ***I.3 - Classification***

Selon le système de classification de JUDD *et al.* en 1999, *Angraecum longicalcar* (Bossler) Senghas appartient aux :

REGNE : VEGETAL  
EMBRANCHEMENT : SPERMATOPHYTES

S/EMBRANCHEMENT : ANGIOSPERMES  
CLASSE : MONOCOTYLEDONES  
ORDRE : ASPARAGALES  
FAMILLE : ORCHIDACEAE  
SOUS-FAMILLE : EPIDENDROIDEAE  
TRIBU : VANDEAE  
SOUS-TRIBU : ANGRAECINAE  
GENRE : *Angraecum*  
ESPECE : *longicalcar*

#### ***1.4 - Description de la plante***

C'est une plante épilithe pouvant atteindre 1,50m de haut chez les pieds adultes (Photo 04), à port trapu et à croissance monopodiale. La tige est assez large et épaisse, elle mesure environ 30cm à 40cm de long et 5cm à 7cm de diamètre et porte 10 à 15 feuilles chez les plantes adultes. Les feuilles sont coriaces, épaisses et inégalement bilobées au sommet. Les feuilles peuvent atteindre 60cm de long et 8cm de large chez les plantes adultes (HILLERMAN et HOLST, 1986). Les racines nombreuses et vigoureuses peuvent dépasser 5mm de diamètre.

Les inflorescences sont axillaires aux feuilles basales de la plante (Planche II). Elles peuvent atteindre 1m et portent 12 à 20 fleurs. Les fleurs (Photo03) sont grandes (6- 7cm de large pour 9-10cm de haut), les sépales et les pétales de couleur verte pâle atteignent 5cm de long pour 1cm de large, le labelle de dimension moyenne de 5,5cm x 3,5cm est d'un blanc cireux (PETIT JEAN, 2003). L'éperon de couleur verte caractérise cette espèce par sa longueur atteignant 35cm de long et 5mm de diamètre. La colonne ou gynostème verte pâle de 8– 9 mm de haut à auricules larges (4mm). Les pollinies sont fixées par des caudicules rétractiles sur un rétinacle unique et sont enveloppées par un opercule au- dessus de la colonne.

Les fruits (Photo05) sont des capsules allongées surmontées des restes desséchés du périanthe s'ouvrant en six (06) valves par déhiscence longitudinale. Les graines sont nombreuses et minuscules. La maturation des fruits est lente et demande environ six à neuf mois.

## PLANCHE I



Photo 02 : Jeunes pieds d'*Angraecum longicalcar* - Régénération naturelle (Analavory- Itasy)



Photo 03: Fleur d'*A. longicalcar* (Vue de face)

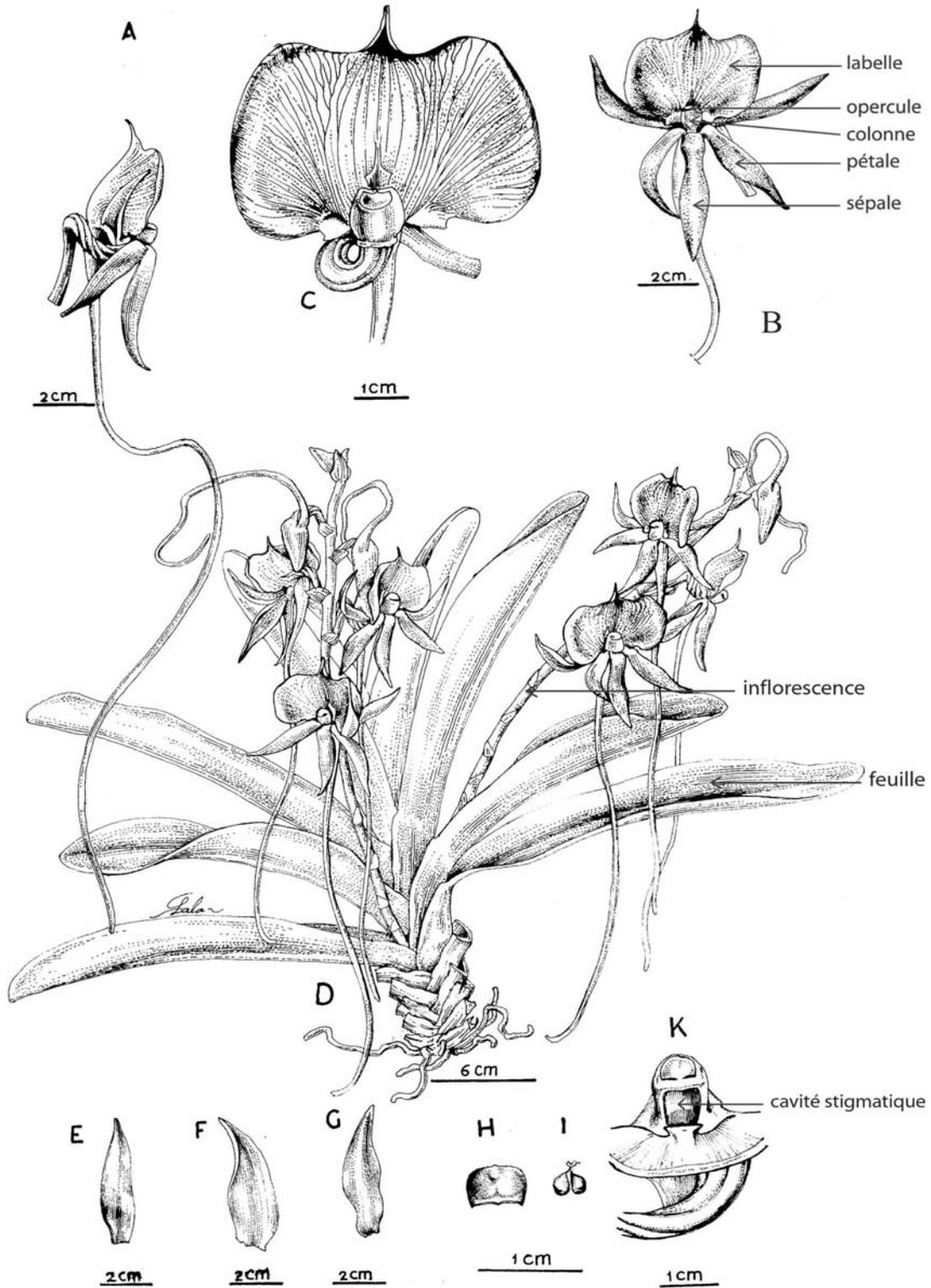


Photo 04: Pieds d'*A. longicalcar*  
sur substrat calcaire



Photo 05 : Fruit en capsule d'*A. longicalcar*

PLANCHE II



*Angraecum longicalcar*

A-Fleur (Vue de profil) B-Fleur (Vue de face) C-Labelle et colonne D-Pied adulte avec 2 inflorescences E-Pétale latérale F-Sépale latérale G-Sépale médiane H-Opercule I-Pollinies K-Cavité stigmatique

## II- METHODOLOGIE

### II.1 – Localisation et caractérisation des sites d'étude

#### II.1.1- Reconnaissance préliminaire

La bibliographie nous a permis de rassembler toutes les données nécessaires concernant l'espèce à étudier, de fournir toutes les cartes (topographique, végétation, géologie) utiles pour la localisation du milieu d'étude, de consulter les herbiers afin de mieux identifier l'espèce et les lieux où elle a été rencontrée.

Nous avons su à partir de la consultation des herbiers que le site de l'espèce *Angraecum longicalcar* a été retrouvé par Dr D. Du Puy et son équipe en 1993 dans la région d'Ambatofinandrahana. Nous avons effectué des prospections dans la région en Décembre 2003.

#### II.1.2- Caractérisation des sites d'étude

Les endroits dans lesquels se trouve *Angraecum longicalcar* ont été choisis comme sites d'étude et tous les individus ont été étudiés. L'espèce a été rencontrée dans la localité de Mahavanona, dans trois sites à 12km au Sud de la ville d'Ambatofinandrahana (Carte 03). L'étude de la structure de la population d'*Angraecum longicalcar* a été réalisée dans les trois sites tandis que l'étude de la reproduction de l'espèce a été effectuée dans deux sites (site 01 à Analabebiby et site 03 à Vohibasiana).

Pour la délimitation des sites d'étude, nous avons utilisé la méthode de placeaux de Braun-Blanquet (BRAUN- BLANQUET, 1964). Cette méthode a été choisie parce que la végétation présente un aspect homogène dans l'ensemble. Le placeau est une surface, jugée homogène du point de vue de la composition floristique, de la physionomie de la végétation, et des conditions écologiques apparentes.

Un placeau de 0,1 ha soit 50m x 20m a été placé dans chaque site d'étude. Il est placé dans les endroits où se trouve l'espèce de façon à ce que tous les individus sont à l'intérieur du placeau. Chaque placeau est subdivisé en 10 placettes ou carrés de 10m x 10m (Fig02).

L'étude des caractéristiques des sites consiste à déterminer leurs coordonnées géographiques à l'aide du GPS (Global Positionning System), l'orientation, l'exposition, le type de formation, le substrat et la direction du vent de chaque site.

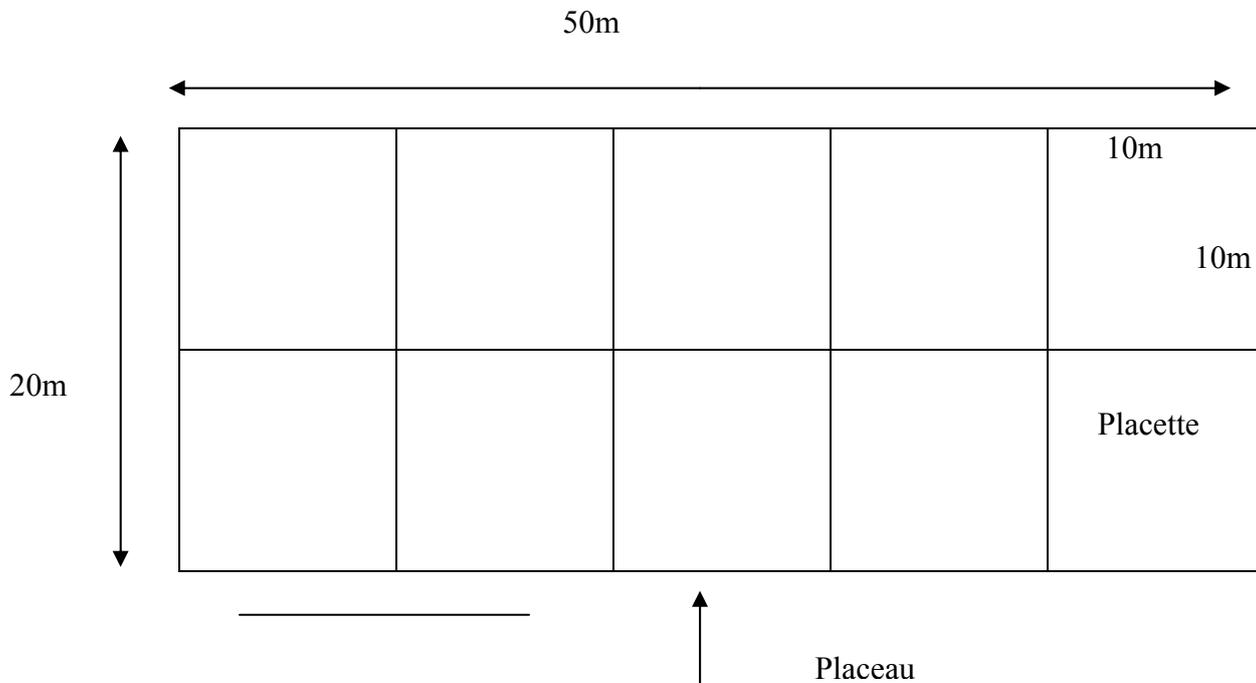


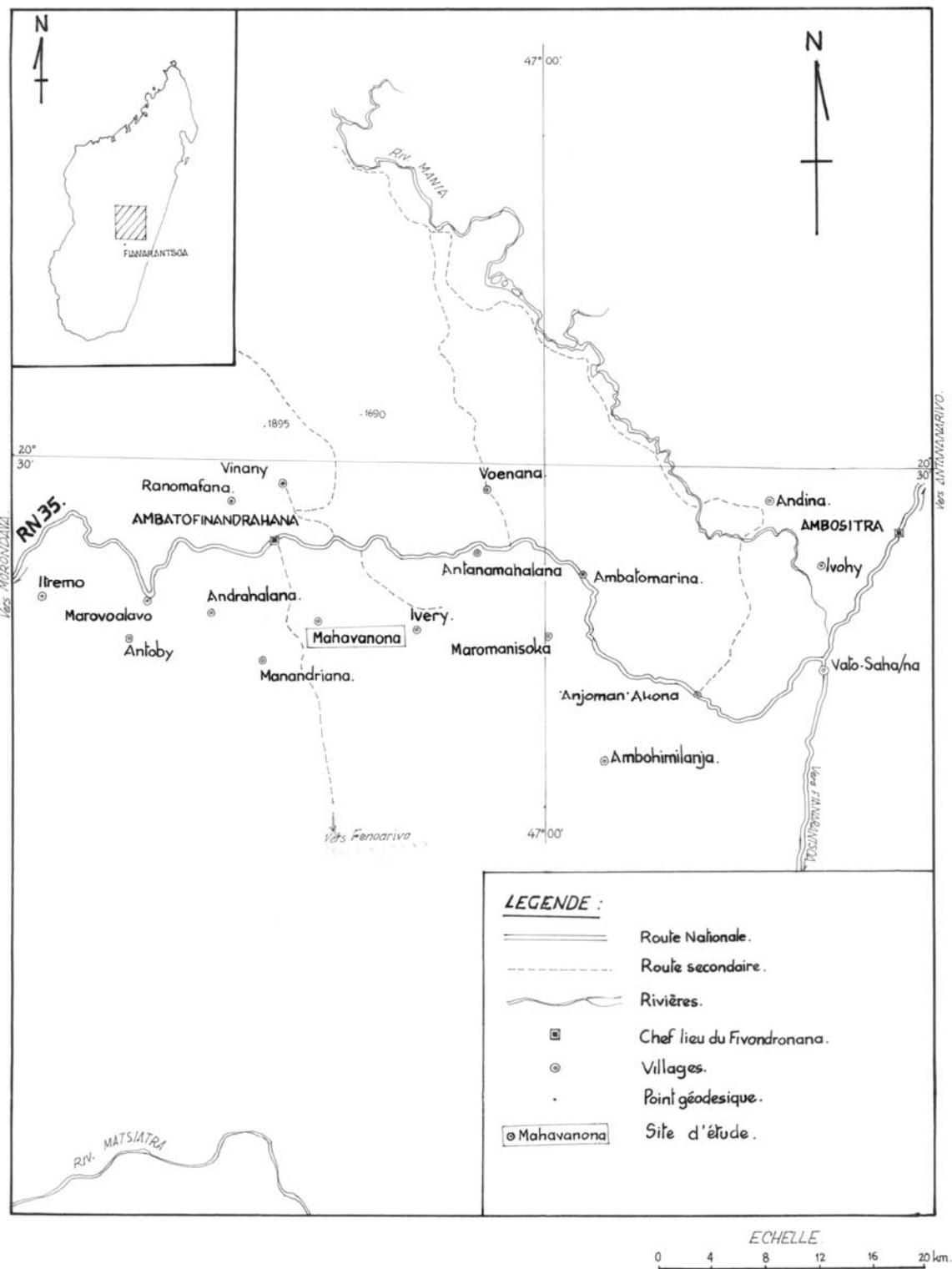
Figure 02: Schéma représentatif d'un plateau

Les placeaux sont matérialisés à l'aide des cordes tendues à 1m du sol et des piquets pour fixer leurs extrémités.

## II.2 – Méthode d'analyse de la structure de la population

Les études de la structure de la population d'*Angraecum longicalcar* permettent d'analyser la régénération naturelle de l'espèce. La régénération naturelle est l'ensemble des processus par lesquels les plantes se multiplient naturellement sans intervention humaine, par graine ou par multiplication végétative (ROLLET, 1983). L'évaluation de la structure de la population contribue à la détermination du statut écologique de l'espèce en se basant sur les critères de l'UICN 2001 sur la population et les sous- populations.

Selon les critères de l'UICN (2001), la population est définie comme le nombre total d'individus d'un taxon. La population est formée de sous- populations, de groupes distincts entre lesquels les échanges démographiques et génétiques sont limités.



Carte 03 : Localisation de la zone d'étude

### II.2.1- Classement des individus

D'après BROWER et al. (1990), la structure de la population définit la composition en individus de la population.

Les pieds d'*Angraecum longicalcar* se multiplient végétativement en émettant des touffes de plantes appelées rejets. Les **rejets** sont des individus génétiquement identiques capables de survivre isolément. L'espèce se multiplie par voie sexuée à partir de la germination des graines pour donner des **plantules**.

Les rejets et les plantules d'*Angraecum longicalcar* vivent en petits groupes isolés les uns des autres appelés **colonies**.

La détermination de la structure de la population d'*Angraecum longicalcar* consiste à compter en premier lieu le nombre de sous-populations, le nombre de colonies à l'intérieur des sous-populations et à déterminer en second lieu la composition en rejets et en plantules de la population.

Les rejets ont été répartis en **4 classes** : les rejets adultes matures reproductifs, les rejets adultes matures non reproductifs, les rejets adultes immatures et les jeunes rejets ou juvéniles.

En se basant sur les définitions de TREMBLAY (2002),

- Les rejets adultes matures reproductifs sont des individus qui ont produit des fleurs pendant la période d'observation (Mars 2004).

- Les rejets adultes matures non reproductifs sont des individus qui ont produit des inflorescences au cours des années précédentes mais qui n'ont pas fleuri l'année de l'observation (Mars 2004).

- Les rejets adultes immatures présentent un aspect de plantes adultes et sont susceptibles de produire des fleurs mais ils n'ont pas encore donné d'inflorescences. Les individus adultes matures et immatures possèdent plus de 9 feuilles.

- Les rejets jeunes sont des individus ayant un nombre réduit de feuilles (3 à 8 feuilles) et qui ne possèdent pas encore de structure reproductrice (Inflorescences, fleurs).

### II.2.2- Densité de la population

La densité de la population exprime le nombre d'individus présents A sur une surface de relevé r (GUINOCHET, 1973). Elle est calculée à partir de la formule :

$$D = A/r \quad D : \text{densité de la population}$$

A : nombre d'individus comptés

r : surface de relevé

La surface de relevé est représentée par la surface occupée par l'espèce *A. longicalcar*. La superficie totale occupée par la plante est la somme des superficies des placeaux utilisés dans les sites d'étude.

### II.2.3- Etude du potentiel de régénération naturelle

Le potentiel de régénération s'obtient à partir de la formule de ROLLET (1983) :

$$Tr = n/N \times 100$$

Tr : Taux de régénération par graine ou par multiplication végétative

N : Nombre de semenciers.

Les semenciers sont formes par les rejets adultes matures reproductifs, les rejets adultes non reproductifs, les rejets adultes immatures.

n : Individus de régénération.

Les rejets juvéniles, les plantules issues des graines sont qualifiés d'individus de régénération.

Si le taux est inférieur à 100%, la régénération de la plante est faible.

Si le taux se trouve entre 100% et 1000%, le potentiel de régénération est moyen.

Si le taux est supérieur à 1000%, le potentiel de régénération est élevé.

Le potentiel de régénération de la plante pour chaque sous- population a été déterminé.

## II.3 – Méthode d'étude de la reproduction

### II.3.1 – TRAVAUX SUR TERRAIN

#### ***II.3.1.1- Etude de la relation entre croissance végétative et état floral de la plante***

##### ***II.3.1.1.1- Appareil végétatif***

L'étude a été réalisée sur tous les individus de la population d'*Angraecum longicalcar*. Les organes végétatifs (feuilles) et les organes reproducteurs (fleurs, inflorescences) ont été mesurés à l'aide d'un double décimètre.

Le nombre des feuilles de chaque pied a été compté, les longueurs de leurs trois premières feuilles au sommet, la longueur de la feuille au- dessous de l'inflorescence sur chaque pied ont été mesurées.

### II.3.1.1.2- Appareil reproducteur

La fleur qui se trouve à la base de l'inflorescence est appelée fleur précoce, elle est la plus âgée des fleurs sur l'inflorescence. La fleur qui se situe au sommet est appelée fleur tardive, elle est la plus jeune.

Le nombre des anciennes inflorescences, le nombre des inflorescences jeunes, et le nombre de fleurs portées sur chaque inflorescence jeune ont été comptés. La longueur totale des inflorescences jeunes, la longueur de la partie fertile portant les fleurs des jeunes inflorescences ont été mesurées à l'aide d'un double décimètre.

L'étude des fruits a été réalisée trois mois après la floraison au moment de la maturation des fruits.

### II.3.1.1.3- Analyse statistique des données morphologiques

Selon RADFORD *et al.*, (1974), le test statistique des caractères a pour but de noter leur valeur et de justifier la fiabilité de la variation des caractères.

Afin d'évaluer les relations qui existent entre les caractères des organes végétatifs et les caractères des organes reproducteurs, nous avons utilisé une méthode de traitements statistiques des données à l'aide du logiciel STATITCF (Statistique de l'Institut de Technologie Céréalière et Fourragère).

Nous avons adopté une méthode quantitative : la méthode de matrice de corrélation des données brutes fournies sur terrain. La corrélation est définie comme une mesure de la liaison entre deux variables  $y_k$  et  $y_i$  (LEGENDRE, L., LEGENDRE, P., 1979). La matrice de corrélation permet de mettre en évidence les relations entre les variables ou caractères étudiés de l'espèce.

Dix variables (caractères) dont cinq caractères végétatifs et cinq caractères reproductifs ont été considérés :

- Les caractères végétatifs sont: le nombre de feuille pour chaque pied, les longueurs des trois premières feuilles au sommet de chaque pied, la longueur de la feuille au- dessous de chaque inflorescence.

- Les caractères reproductifs sont le nombre de jeunes inflorescences, le nombre d'anciennes inflorescences, la longueur totale de chaque inflorescence, la longueur de la partie qui porte les fleurs, le nombre de fleurs sur chaque inflorescence ont été étudiés.

Les valeurs des coefficients de corrélations obtenues sont significatives à partir d'un seuil R établi à l'aide de la formule (DAGNELIE, 1986) :

$$= \frac{R}{\sqrt{N - t_{\alpha} + t_{\alpha}^2}}$$

$t_{\alpha}$  : t de Student avec  $\alpha = 0.05$  et  $t_{0.05} = 2$

$N$  : effectif ou nombre d'individus observés :  
225

$R$  : seuil de significativité du coefficient de  
corrélation

### ***II.3.1.2- Etude phénologique de l'espèce***

La phénologie, selon BOULLARD (1988) est l'étude de l'influence des conditions climatiques locales sur le comportement physiologique des végétaux, en prenant en considération les phases de germination, croissance, floraison, fructification et maturation des fruits.

#### ***II.3.1.2.1- Période végétative***

C'est l'étape phénologique lors de laquelle la plante ne possède aucune structure reproductrice. La période pendant laquelle les pieds d'*A. longicalcar* sont dépourvus d'organes reproducteurs ( inflorescences, fleurs) a été notée.

#### ***II.3.1.2.2- Floraison***

##### *1- Comptage des fleurs*

Le travail consiste à compter tous les cinq jours le nombre de boutons floraux distincts, de fleurs ouvertes, de fleurs fanées et de fruits formés par chaque individu durant 22 jours (04Mars - 25Mars 2004).

#### ***II.3.1.2.3- Fructification***

Cette phase commence à partir du développement de l'ovaire des fleurs jusqu'à la maturation des fruits.

### ***II.3.1.3- Biologie florale***

#### ***II.3.1.3.1 -Anthèse***

L'anthèse est définie comme l'ensemble des phénomènes qui se manifestent depuis l'ouverture de la fleur jusqu'à la fanaison.

### **Ouverture des fleurs**

Dix boutons floraux fermés de dix inflorescences différentes dans le site n°1 ont été choisis. Les observations ont été effectuées tous les jours vers six heures du matin depuis la formation des boutons jusqu'à leur ouverture maximale. L'évolution de l'ouverture de la fleur a été suivie en mesurant à l'aide d'un double décimètre la distance entre les deux extrémités latérales du labelle.

### **Différentes phases sexuelles**

L'apparition et la succession des phases sexuelles mâle et femelle ont été observées sur les dix fleurs fraîchement ouvertes. La réceptivité du stigmate a été observée à l'aide d'une loupe et la maturation des pollinies sous- l'opercule au- dessous de la colonne ont été vérifiées. .

### **Durée de vie des fleurs**

Les observations ont été réalisées sur 15 fleurs repérées depuis l'état de bouton floral dans le site 01 depuis mois de Février. Elles consistent à déterminer la durée de l'anthèse des fleurs depuis leur ouverture jusqu'à leur fanaison.

#### ***II.3.1.3.2-- Emission de parfum***

Faute de matériels adéquats pour mesurer l'émission de parfum par les fleurs d'*Angraecum longicalcar*, L'émission et l'intensité de l'odeur de chaque fleur ont été senties et évaluées avec le nez.

Les expériences ont été effectuées à partir de 16h du soir jusqu'à 08h du matin du jour suivant (26 et 27 Février 2004) sur dix fleurs issues de cinq inflorescences différentes.

#### ***II.3.1.3.2 – Production de nectar***

L'expérience a été effectuée sur vingt fleurs fraîchement ouvertes à trois moments différents de la journée : vers 08h du matin, vers midi et vers 17h du soir.

Nous avons noté pour chaque éperon, la longueur totale, la longueur de la partie qui contient le nectar afin de déterminer les périodes de sécrétion importante de nectar.

#### ***II.3.1.4- Activités des visiteurs sur les fleurs d'*Angraecum longicalcar****

L'étude du transfert de pollinies permet d'évaluer l'activité des insectes visiteurs en tant qu'agents de transport de pollen (RASOLONJATOVO, 2004).

Pour chaque fleur, l'opercule au-dessus de la colonne a été soulevé pour vérifier la présence ou l'absence des deux pollinies ou la présence ou absence d'une seule.

Les fleurs sur lesquelles une ou deux pollinies ont été absentes sont considérées comme fleurs visitées. L'observation a été réalisée chaque jour pendant 25 jours (1er au 25 Mars 2004).

Nous avons également noté la présence ou non de visiteurs sur les fleurs pendant ces périodes. La formation ou non de fruit a été observée ultérieurement pour les fleurs visitées qui ont perdu leurs pollinies.

#### ***II.3.1.5 – Modes de reproduction ou breeding-system***

La pollinisation est le transport du pollen émis par les étamines d'une plante sur le stigmate d'un pistil appartenant soit à la même plante, soit à une autre plante de la même espèce (PROCTOR, 1996).

Deux grands types de pollinisation ont été définis :

##### - Autogamie :

Le grain de pollen féconde le stigmate de la fleur d'où il vient. Il y a autofécondation et le transport est court. Le grain de pollen d'une fleur va être transporté pour féconder le stigmate d'une autre fleur du même individu.

##### - Allogamie :

Le grain de pollen va féconder le stigmate d'une fleur appartenant à un autre individu. La pollinisation croisée se rencontre chez les espèces monoïques ou dioïques.

Les tests d'autopollinisation, de pollinisation croisée et de témoins naturels ont été réalisés sur terrain et en serre afin de déterminer leur efficacité respective. Des fils à coudre de trois couleurs rouge, jaune et verte ont été utilisés. Ils ont été attachés sur les fleurs sur lesquelles nous avons étudié la pollinisation : le vert pour les fleurs autopollinisées manuellement, le jaune pour les fleurs à pollinisation croisée manuelle et le rouge pour les fleurs à pollinisation naturelle.

#### - Autopollinisation artificielle

23 fleurs issues de 16 rejets dans le site n°1 et le site n°3 ont été choisies. La pollinisation a été effectuée le 1<sup>er</sup> Mars 2004. Pour chaque fleur, les deux pollinies ont été prélevées en soulevant l'opercule à l'aide d'une cure-dent, les pollinies se fixent sur le bâtonnet par l'intermédiaire des caudicules collantes, elles sont ensuite déposées sur la surface stigmatique à l'intérieur de la colonne de la fleur elle-même.

#### - Pollinisation croisée

23 fleurs dont 12 fleurs de 07 rejets dans le site n°1, 03 fleurs issues de 02 rejets dans le site n°3 et 08 fleurs provenant de 03 rejets dans la serre du CTHA ont été choisies. Les manipulations sur terrain ont été réalisées le 04 Mars 2004 et le 17 Mars pour celles de la serre. La pollinisation croisée manuelle des fleurs a été réalisée en échangeant les pollinies des fleurs d'un pied avec celles d'un autre pied ou en échangeant les pollinies des fleurs entre-elles ou en déposant les pollinies des fleurs d'un site vers celles d'un autre site.

#### - Témoins

23 fleurs fraîchement ouvertes dont 20 fleurs du site n°1 et 03 fleurs du site n°3 ont été choisies comme fleurs témoins. 18 fleurs sont des témoins naturels qui n'ont subi aucun traitement. Nous avons noté l'absence ou non des pollinies sur ces fleurs et noté la formation ou non de fruits du 1<sup>er</sup> Mars au 25 Mars. 02 fleurs ont été isolées dans du tissu en voile pour vérifier si l'autogamie spontanée ou l'autopollinisation peut s'effectuer sans l'intervention de facteur externe. 03 autres fleurs ont été émasculées et ont été ensuite isolées dans du tissu en voile pour voir si l'apomixie existe chez la plante. Dans ce cas, les fleurs peuvent se transformer en fruits sans fécondation.

### ***II.3.1.6- Etude de la fructification***

La fructification constitue une étape phénologique lors de laquelle les fleurs pollinisées se transforment en fruits. Les fruits deviennent matures et les graines sont prêtes à être dispersées.

L'étude des fruits sur terrain a été réalisée environ trois mois après la pollinisation des fleurs. Le travail consiste à compter le nombre de fruits formés à partir des différents modes de pollinisation, à noter leur position, à mesurer la longueur et le diamètre des fruits à l'aide d'un mètre ruban et à collecter quelques fruits pour l'étude de la germination.

### **II.3.2- TRAVAUX DE LABORATOIRE**

La vie symbiotique entre Orchidaceae et champignons a été découverte vers le début des années 1900. En 1922, KNUDSON a réussi la germination asymbiotique de graines d'Orchidées sur un milieu de germination riches en éléments primordiaux permettant l'obtention de plantules. Actuellement, la méthode de la germination asymbiotique des graines d'Orchidaceae est largement utilisée et des mélanges de milieux sont facilement disponibles (BLOWERS, 1961).

L'étude de la germination a été faite dans le laboratoire du CTHA par une mise en culture in-vitro des graines des fruits formés.

Le but de cette partie du travail consiste à déterminer les périodes de maturation des fruits d'*A. longicalcar* et leur taux de germination selon les types de fruits (pollinisation naturelle, pollinisation croisée et autopolinisation) et selon les types de milieux utilisés. Elle permet également de connaître les besoins en éléments nutritifs de la plante et le type de milieu le plus adapté à la germination des graines.

#### ***II.3.2.1 - Matériels d'étude***

##### **MATERIEL VEGETAL :**

Des fruits ont été collectés à deux périodes différentes : La première collecte de fruits a été réalisée environ 03 mois après pollinisation (14/06/04). Les graines ont été mises en culture 03 jours après prélèvement. La deuxième collecte a été effectuée 06 mois après pollinisation (04/09/04). Les semis ont été effectués 03 jours après les récoltes.

Lors de la première récolte, deux fruits provenant de l'autopolinisation, deux autres issus de la pollinisation naturelle ont été prélevés sur terrain, un fruit provenant de la pollinisation croisée a été collecté dans la serre du CTHA vu que les fruits issus de la pollinisation croisée sur terrain étaient encore de faible dimension.

Un fruit issu de la pollinisation naturelle, un fruit provenant de l'autopolinisation artificielle et un fruit issu de la pollinisation croisée ont été collectés au cours de la deuxième récolte

## MATERIELS DE LABORATOIRE :

Afin de réaliser une culture in- vitro d'orchidées, on doit disposer d'un minimum de matériels (Planche III) pour la fabrication des milieux de culture et la mise en culture des graines.

-Une étuve : utilisée pour la stérilisation à sec des verreries et des instruments de manipulation essentiels (pipettes, spatules, etc...).

-Un réfrigérateur : pour la conservation à courte durée du matériel végétal et des solutions déjà préparées (des protéines thermolabiles comme les vitamines, certaines hormones, des solutions mères de microéléments).

- Un autoclave vertical à chauffage électrique pour la stérilisation humide, à température relative à 120°C et à une pression de 1,1 bar (Photo 6). Cet appareil sert à stériliser les milieux de culture préparés, les papiers filtres, les verreries et l'eau distillée nécessaires pour le semis.

- Une hotte à flux laminaire : un matériel très performant et très commode permettant de travailler dans des meilleures conditions de stérilité et de confort (Photo 7). Elle est caractérisée par deux données principales :

- la stérilité de l'air dans l'enceinte
- la laminarité du flux balayant toute l'enceinte éliminant toutes les particules contenues dans l'air.

- Un distillateur d'eau : permet d'obtenir de l'eau distillée (photo 8).

- Une balance : pour la pesée des différents macroéléments, les sucres et d'autres éléments constitutifs des milieux de cultures (Photo 9).

- Un PH- mètre : utilisé pour vérifier et ajuster le PH des solutions préparées (Photo 10).

- Un agitateur magnétique qui sert à bien mélanger les compositions des solutions préparées (Photo 11).

### ***II.3.2.2- Choix et préparation des milieux de culture***

La réalisation d'une culture in- vitro nécessite la connaissance des différentes opérations et des techniques de culture. La mise en culture dépend des conditions d'asepsie rigoureuse dans lesquelles doit se pratiquer cette opération (LECOURT, 1993). Les fruits récoltés ont été emballés et ont été déposés dans un endroit frais jusqu'au moment de leur mise en culture.



6- Autoclave



7- Hotte à flux laminaire vertical



8- Distillateur d'eau



9- Balance



10- pH- mètre



11- Agitateur magnétique

Le premier essai de germination a été entrepris en Juin (17/06/04), et le deuxième en Septembre (06/09/04). Les tests de germination adoptés sont de type asymbiotique c'est-à-dire une culture des graines d'*A. longicalcar* dans un milieu riche mais dépourvu de champignons qui vivent normalement en symbiose avec elles (MATHEWS *et al*, 1980).

#### **II.3.2.2.1 - Choix des milieux de culture**

Les milieux de culture utilisés ont été choisis suivant les informations obtenues à partir des documentations et des expérimentations réalisées auparavant au CTHA. Nous avons choisi quatre (04) types de milieu. Celui de VACIN et WENT VW (1949), le milieu de MURASHIGE et SKOOG MS (1962), celui de J. VAN WAES JW (1986) et un milieu sous-forme de produits préfabriqués Phytamax utilisés par le CTHA dans les cultures d'Orchidées malgaches. Les milieux de Vacin et Went et de Murashige et Skoog ont été utilisés pour la mise en culture de certaines Orchidées tropicales et quelques Orchidées malgaches (KEW, 1999), le milieu Vacin et Went a été aussi appliqué pour la mise en culture du genre *Vanda*, une espèce appartenant au tribu Vandae comme l'espèce *Angraecum longicalcar*. Le milieu J. van Waes a été employé pour la mise en culture de certaines Orchidées épiphytes.

#### **II.3.2.2.2- Fabrication des milieux de culture**

Un milieu de culture est une solution aqueuse comprenant des sels minéraux, des éléments organiques (sucres, vitamines, etc...) et éventuellement des phytohormones que nous appellerons par la suite régulateurs de croissance. Cette solution aqueuse est la plupart du temps solidifiée par une substance extraite à partir d'algues que l'on appelle Agar- Agar ou gélose (AUGE *et al*, 1989). Des préparations d'origine végétale ou animale ont été souvent ajoutées : le lait de coco, la pulpe de banane, le charbon de bois. Les microéléments sont toujours utilisés en faible quantité de l'ordre de 1/10ème et 1/100ème de la quantité des macroéléments (LECOURT, 1993).

Pour faciliter la préparation, nous avons élaboré une fiche pour chaque milieu de culture. Elle présente les différents constituants du milieu notés suivant l'ordre de leur utilisation avec leur quantité et leur concentration respective. Le pH à respecter pour chaque type de milieu y est écrit. Les quatre fiches sont représentées dans l'Annexe VII

## Les différentes étapes de la préparation

### 1ère étape

Toutes les solutions et les produits conservés au froid ont été retirés du réfrigérateur au moins 15 minutes avant la préparation (LECOURT, 1993)

### 2ème étape

Les éléments constitutifs de chaque milieu ont été ajoutés un à un à l'eau distillée comme suit :

- En premier lieu, les macroéléments : certains ont été dosés et prélevés des solutions-mères préparées au préalable, d'autres ont été pesés à l'aide d'une balance (100mg à 500mg).
- Les microéléments viennent en second lieu, ils ont été presque prélevés des solutions-mères car ils sont généralement de faible quantité (0,5ml à 0,625ml/ l d'eau).
- Les vitamines et les acides aminés en solution ou pesés à la balance de précision ont été ensuite ajoutés (0,05mg à 0,5mg).
- Les mélanges organiques complexes comme l'hydrolysate de caséine en quatrième lieu (500mg).
- Le fer sous forme de tartrate de fer y a été ajouté, avec d'autres produits organiques complexes comme l'eau de coco, le pulpe de banane. Ensuite, nous avons ajouté du charbon de bois actif pour les trois milieux (MS, VW, P) et du sucre en poudre pour les quatre milieux. Enfin du phytigel a été additionné pour solidifier le milieu.

### Remarque :

Il faut noter que la solution préparée a été bouillie, mélangée et agitée vivement.

Les sucres, le charbon de bois et le phytigel n'ont été additionnés dans la solution qu'après vérification et ajustement du pH à la valeur convenable entre 5,6 et 5,8. On utilise l'acide chlorhydrique HCL pour abaisser le pH et la soude NAOH pour le faire monter.

### 3ème étape

Les milieux ont été portés à ébullition. Après, nous avons ajouté de l'eau distillée pour compenser l'évaporation.

### 4ème étape

Les milieux fabriqués ont été versés dans un flacon Erlen meyer. Ils ont été par la suite distribués dans des tubes à essai chacun bouchés de coton cardé. Nous avons utilisé 96 tubes à essai. Les quatre différents milieux ont été distribués dans ces tubes : 24 tubes pour le milieu MS, 24 tubes pour le milieu Vacin et Went, 24 autres tubes pour le milieu J. van Waes et 24 derniers tubes pour le milieu Phytamax.

#### 5ème étape

Les tubes à essai contenant les milieux de culture, les verreries et les autres matériels (pincettes, lames, papier aluminium) nécessaires pour l'ensemencement ont été stérilisés dans l'autoclave. Ce procédé consiste à tuer tous les germes présents à la chaleur humide à 110- 112°C, à une pression de 1,1bar et pendant environ 20minutes.

### ***II.3.2.3 – Mise en culture des graines***

#### ***II.3.2.3.1- Désinfection des fruits***

Après avoir lavé les fruits à l'eau du robinet et du savon, les fruits collectés sont préalablement stérilisés par un passage dans l'eau de Javel diluée au tiers, puis par un trempage dans le chlorure de mercure ( $HgCl_2$ ), et enfin dans l'alcool 90° trois fois successives avant de les flamber. Après la stérilisation à l'eau de Javel, il faut les rincer à l'eau distillée. Il en est de même après le trempage dans le chlorure de mercure ( $HgCl_2$ )

Le démarrage de la hotte a été effectué 20minutes avant la culture. Il faut nettoyer à l'aide de l'alcool 90° l'intérieur de la hotte, et la paillasse sur laquelle on doit travailler, pour garantir l'asepsie lors de la manipulation. La lumière et le feu du bec Bénédict ont été allumés à l'avance. Tous les matériels de travail ont été déposés dans l'enceinte de la hotte.

#### ***II.3.2.3.2- Semis des graines***

En général, des graines à partir des capsules matures et déhiscents ou des graines encore immatures à partir des capsules vertes sont utilisées. Mais le stade précoce dans lequel l'embryon peut- être cultivé avec succès varie avec les genres, les espèces, les hybrides et les conditions locales. Ce stade n'est pas non plus spécifique mais peut- être déterminé expérimentalement (BLOWERS, 1961).

Les capsules encore fermées ont été disséquées suivant leur longueur afin d'atteindre les graines. Les matériels de dissection et d'ensemencement doivent toujours être désinfectés par un passage dans l'alcool et au feu. La mise en culture doit se faire rapidement et à 30cm de rayon autour du feu pour assurer une asepsie dans la réalisation du travail.

Les graines des fruits ont été prélevées à l'aide d'une pince, elles ont été par la suite introduites et étalées sur le milieu nutritif de chaque tube à essai. Une pincée de graines a été posée dans chaque tube parce qu'il est difficile de compter le nombre de graines d'*A. longicalcar* qui sont petites et nombreuses. Les tubesensemencés ont été désinfectés par un passage au feu à 1cm à l'intérieur et à l'extérieur avant de les boucher avec du papier aluminium.

Une fois le semis achevé, les tubesensemencés sont rangés dans une autre salle sur des étagères éclairées. La température de la salle a été maintenue entre 24 et 28°C, la lumière est de 3000Lux avec une photopériode de 16 heures de lumière et 8 heures d'obscurité.

Les graines des deux fruits issus de la pollinisation naturelle ont été partagés dans 32 tubes : 8 tubes contenant le milieu MS, 8 tubes renfermant le milieu VW, 8 autres tubes contenant le milieu JW, 8 derniers tubes renfermant le milieu Phytamax, 32 autres tubes pour les graines des deux fruits issus de l'autopollinisation et 32 derniers tubes pour les graines du fruit issu de la pollinisation croisée.

#### ***II.3.2.4- Suivi de la germination***

La germination est définie comme le début de la vie active des graines des plantes, après un certain temps de repos.

Chaque semaine, l'apparition des infections fongiques et bactériennes a été vérifiée et la formation des protocormes a été suivie.

## **II.4 - Détermination des échantillons**

Sur terrain, nous avons fait des collectes de spécimens d'herbiers des espèces qui se trouvent dans les sites d'étude et que nous n'avons pas pu identifier sur place. Leur détermination a été effectuée à l'herbaria du PBZT en consultant les spécimens d'herbiers et en se servant de la Flore de Madagascar et de Comores. La liste des espèces répertoriées a été représentée dans l'Annexe VI. Elle a été utilisée pour déterminer le type de formation et les espèces les plus rencontrées dans les sites d'étude.

## I- Caractéristiques des sites d'étude

Pendant les prospections en Décembre 2003, l'espèce a été trouvée dans le site d'Analabebiby dans la localité de Mahavanona (Carte03). En Février 2004, elle a été rencontrée à Vohibasiana sur deux sites dans la même localité de Mahavanona-Ambatofinandrahana.

Les caractéristiques physiques et biologiques de l'habitat de l'espèce peuvent engendrer la raréfaction et la précarité de la survie de la plante. Les caractéristiques des sites d'étude sont présentées dans le tableau 01:

Tabl 01 : Caractéristiques des sites d'étude

<b>Caractéristiques des sites</b>	<b>Site 01 : Analabebiby</b>	<b>Site 02: Vohibasiana</b>	<b>Site 03: Vohibasiana</b>
Superficie (m <sup>2</sup> , ha )	40m x 420m 1,68ha	40m x 120m 0,48ha	5m x 30m 0,015ha
Coordonnées géographiques	20°37'18.7'' Sud 46°50'17.2'' Est Alt : 1320m	20°36'52.3'' Sud 46°49'21.5'' Est Alt : 1350m	20°36'54.4'' Sud 46°49'18.7'' Est Alt : 1350m
Orientation	Nord- Sud	Nord- Sud	Est- Ouest
Exposition	Ouest	Ouest	Nord
Position topographique	Vallée	Mi- versant	Mi- versant
Insolation	Forte	Forte	Moyenne
Direction du vent	Est- ouest	Est- ouest	Est- ouest
Exposition au vent	Peu exposé	exposé	Peu exposé
Humidité	Humide	Sec	Assez humide
Substrat	sols calcaires riches en litière (10cm)	sols calcaires pauvre en litière (4cm)	sols calcaires moins riche en litière(7cm)
Flore et végétation	Végétation saxicole au sein d'un vaste étendu de savanes		

Les trois sites d'étude sont des collines formées de substrats rocheux calcaires constitués de marbres ou cipolins dolomitiques. Ils présentent généralement une végétation d'aspect physiognomique homogène et de même composition floristique, des conditions écologiques similaires.

Ces collines se trouvent au sein d'une formation graminéenne dominée par les espèces *Hyparrhenia rufa* et *Heteropogon contortus*. La végétation est marquée par la présence d'espèces saxicoles. Parmi ces espèces, figurent *Euphorbia onoclada*, *Euphorbia stenoclada* *Croton sp*, (EUPHORBIACEAE), *Rhus tarantana* (ANACARDIACEAE), *Xerophyta dasylirioides* (VELLOZIACEAE) et l'espèce indicatrice de marbre : *Aloes capitata var. cipolinicola*. La liste floristique des sites d'étude se trouve en Annexe VI.

Les troncs des arbres et arbustes sont de petite taille, de diamètre de 10cm environ et de hauteur ne dépassant pas 8m.

#### Site n°01 : Analabebiby

Il se situe à environ 13km au Sud- Est de la ville d'Ambatofinandrahana et s'étend sur 420m x 40m.

Ce site se trouve entre deux collines à une altitude plus basse (1320m) par rapport aux deux autres sites et est exposé au soleil à l'Ouest. Il est plus protégé du vent violent et de la forte insolation par la présence de la végétation saxicole sur le substrat assez abondante. Par sa position topographique, il reçoit suffisamment de précipitation. Le substrat est plus riche en litière 10cm provenant de débris végétaux apportés par les eaux de précipitation.

Les conditions de lumière, d'humidité et de fertilité de substrat dans ce site sont assez satisfaisantes pour que l'espèce *Angraecum longicalcar* colonise et croisse normalement.

#### Site n°02 : Vohibasiana

Le site est exposé au soleil à l'Ouest et se trouve à environ 11km au Sud de la ville d'Ambatofinandrahana. IL présente une surface de 120m x 40m. . Il est assez exposé au vent car il se situe à une altitude plus élevée (1350m). La végétation saxicole est peu abondante. Le substrat est pauvre en litière (4cm) et il est assez sec. Les individus d'*A. longicalcar* sont de petite taille par rapport à ceux du site n° 01, ce qui pourrait signifier que les conditions écologiques du site ne sont pas très favorables à leur croissance. L'endroit est peu perturbé par le passage plus fréquent du feu.

### Site n°03 : Vohibasiana

Ce site est assez humide grâce à son exposition au Nord. Il se trouve à environ 120m du deuxième site à 1350m d'altitude avec une superficie de 30m x 5m. La végétation saxicole assez abondante empêche l'exposition directe au soleil et au vent du site. Le substrat est assez riche en litière (7cm). Le site est peu étendu, et présente un nombre réduit de pieds d'*Angraecum longicalcar*. La plante est plus de grande taille par rapport à celle du site 02. L'exploitation minière qui se poursuit dans cette localité pourrait entraîner la diminution voire la disparition des deux sites à Vohibasiana.

## II- Structure de la population

### II.1- Composition en individus de la population

#### o Population

La population d'*Angraecum longicalcar* est répartie en trois sous populations relativement isolées les unes des autres. Chaque site constitue une sous- population. Les distances entre les sous populations limitent les échanges démographiques et génétiques entre les individus. *A. longicalcar* est formé de 18 colonies réparties dans les trois sous populations.

Le tableau 02 représente la structure de la population d'*Angraecum longicalcar*

Tableau 02 : Structure de la population d'*Angraecum longicalcar*

<b>Classes</b>	<b>Site 01 / Sous population 01</b>	<b>Site 02/ Sous population 02</b>	<b>Site 03/ Sous population 03</b>	<b>Total</b>
Nb sous population	01	01	01	03
Nb colonies	08	08	02	18
Nb rej.	70	128	25	223
Nb plantules	01	0	01	02
Total (rej. + plantules)	71	128	26	225

<b>Classes</b>	<b>Site 01 Sous population 01</b>	<b>Site 02/ Sous population 02</b>	<b>Site 03/ Sous population 03</b>	<b>Total</b>
Rej. Ad. Mat. Reprod.	24 (34%)	03 (2,4%)	07 (27%)	34 (15%)
Rej. Ad. Mat. Non reprod.	0 (0%)	44 (34,5%)	03 (11,6%)	47 (21%)
Rej. Ad. immatures	10 (14%)	01 (0,8%)	0 (0%)	11 (4,9%)
Rej. Juvéniles	36 (52%)	80 (62,5%)	15 (57,7%)	131 (58%)
Plantules	01 (1,4%)	0 (0%)	01 (3,84%)	02 (1%)

**Rej. Ad. mat. reprod** : Nombre et pourcentage de rejets adultes matures reproductifs

**Rej. Ad. mat. non reprod.**: Nombre et pourcentage de rejets adultes matures non reproductifs

**Rej. Ad. immatures** : Nombre de rejets adultes immatures.

**Rej. Juvéniles** : Nombre jeunes rejets

**Plantules** : Nombre de plantules

**Nb sous populations** : Nombre de sous- populations

**Nb colonies** : Nombre de colonies

**Nb rejets** : Nombre de rejets

**Nb plantules** : Nombre de plantules

**Total (rej. + plantules)** : somme du nombre de rejets et des plantules

La population est formée de 223 rejets et de 02 plantules. La multiplication végétative présente un meilleur taux par rapport à la reproduction par voie sexuée étant donné que le nombre de plantules ne dépasse pas 1% de la population. La multiplication végétative permet à la plante de coloniser plus facilement le milieu.

La population d'*Angraecum longicalcar* est jeune car les rejets adultes représentent seulement 36% des individus.

Parmi les 223 rejets, 15% sont des adultes matures reproductifs, 21% sont des adultes matures non reproductifs, 4,9% sont des adultes immatures et 58% sont des jeunes rejets.

Seuls 15% des rejets adultes ont produit des inflorescences l'année 2004. 21% des rejets adultes capables de se reproduire n'ont pas donné de fleurs au cours de cette floraison.

49% des rejets présentent un aspect de plantes adultes mais ils n'ont pas encore fleuri. Ces observations signifient que la floraison a diminué par rapport aux années précédentes.

#### ○ Sous populations

Les trois sous-populations comprennent au total 18 colonies.

La première sous-population renferme 08 colonies avec 70 rejets et une plantule. Elle représente 31,5% de la population de l'espèce. Elle est constituée de 34% de rejets adultes matures reproductifs, de 14% de rejets adultes immatures et de 52% de jeunes rejets. Elle est plus âgée et plus reproductrice que les sous-populations 02 et 03 parce que le taux de rejets adultes matures (reproductifs et non reproductifs) présente presque la moitié des individus formant la sous-population 01.

La deuxième sous-population possède également 08 colonies avec 128 rejets. Elle représente 56,9% de la population d'*Angraecum longicalcar*. Elle est formée de 2,4% de rejets qui sont des adultes matures reproductifs, de 34,5% de rejets adultes matures non reproductifs, de 0,8% de rejets adultes immatures et de 62,5% de juvéniles. Cette sous-population est la plus jeune des trois car elle renferme un nombre de rejets juvéniles dépassant la moitié du nombre total d'individus de la sous-population 02.

La troisième sous-population est constituée de 02 colonies regroupant 25 rejets et une plantule. Elle est de petite taille parce qu'elle présente un nombre réduit d'individus. Elle représente 11,5% de la population de la plante. Elle renferme 27% de rejets adultes matures reproductifs, 11,6% d'adultes matures non reproductifs et 57,7% de jeunes rejets.

## II.2- Densité de la population

La superficie totale des sites d'étude est estimée à 2ha soit 20.000m<sup>2</sup>.

La surface de relevé est définie par la surface occupée par la plante, elle est représentée par la somme des superficies des trois placeaux utilisés 0,3ha ou 3000m<sup>2</sup>. La plante occupe seulement 15% de la surface des sites d'étude.

Le nombre total d'individus présents sur la surface de relevé est égal à 225 dont 223 rejets et 2 plantules. La densité de la population est très faible avec 0,075Pied / m<sup>2</sup>.

### II.3- Potentiel de régénération l'espèce

Les taux de régénération des trois sous populations ont été calculés. Le tableau 02 présente le potentiel de régénération de la plante

Tab 02 : Potentiel de régénération de la plante

	Sous-population 01	Sous- population 02	Sous- population 03
Nombre de semenciers (rejets adultes matures et rejets adultes immatures)	34	48	10
Nombre d'individus de régénération (rejets juvéniles et plantules)	37	80	16
Taux de régénération %	108,8%	166,6%	160%

La régénération de la plante est moyenne parce que les taux de régénération des trois sous-population sont compris entre 100% et 1000%. Le potentiel de régénération de la sous- population 02 est élevé (166,6%) par rapport aux sous- populations 01 et 03 parce qu'elle présente plus d'individus de régénération.

La population est de taille réduite parce qu'elle est constituée uniquement de 03 sous-populations et ne renferme que 81 rejets adultes matures (reproductifs et non reproductifs). La densité de la plante est très faible (0,075 pied par m<sup>2</sup>), sa régénération est moyenne (145,1%).

Ces résultats nous permettent d'estimer que l'espèce *Angraecum longicalcar* est en danger critique d'extinction (CR) c'est- à - dire qu'il est confronté à un risque extrêmement élevé d'extinction à l'état sauvage et que sa protection et sa conservation constituent une priorité urgente.

La structure de la population d'*Angraecum longicalcar* est représentée par le diagramme:

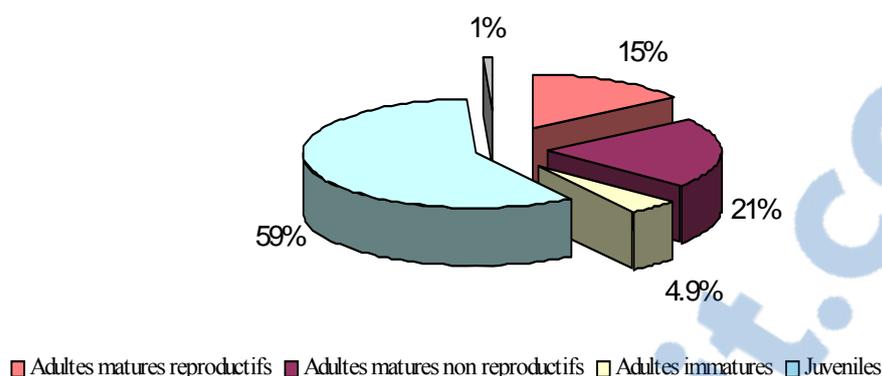


Fig 03 : Structure de la population d'*Angraecum longicalcar*

### III- Ecologie de la reproduction

#### III.1- Résultats des travaux sur terrain

##### III.1.1-Relation entre caractères végétatifs et caractères reproductifs de la plante

Les données détaillées sur l'appareil végétatif et l'appareil reproducteur de la plante collectées sur terrain sont représentées sous- forme de tableaux dans l'Annexe V.

##### *III.1.1.1- Appareil végétatif*

Les jeunes rejets d'*Angraecum longicalcar* possèdent 02 à 07 feuilles. La longueur de la première feuille mesure 10mm au minimum, la deuxième feuille a une longueur minimale de 200 mm et 300mm pour la troisième feuille.

Les rejets adultes portent généralement 09 à 19 feuilles vertes. La longueur de la première feuille, la plus jeune au sommet mesure au minimum 100mm, celle de la deuxième feuille mesure au minimum 200mm et la troisième feuille mesure 350mm. La feuille en- dessous de chaque inflorescence mesure entre 415mm et 856mm de long.

Les deux plantules possèdent 4 et 5 feuilles. La première feuille mesure 230mm et 290mm, 320mm et 330mm pour la deuxième feuille, 330mm et 360mm pour la troisième feuille.

##### *III.1.1.2- Appareil reproducteur*

La plante commence à produire des inflorescences lorsqu'elle possède 09 feuilles. La plante émet une à deux inflorescences pendant la période de floraison.

Les inflorescences portent en général 12 fleurs. Le nombre de fleurs varie entre 07 et 12. Les inflorescences mesurent entre 400mm et 900mm. La partie fertile sur laquelle se trouvent les fleurs mesure entre 190mm et 420mm de long. Le nombre de fleurs portées par les inflorescences dépend de la taille de ces dernières. Plus les inflorescences sont grandes, plus les fleurs sont nombreuses.

### ***III.1.1.3- Résultats des traitements statistiques des données***

#### **\* Matrice de corrélation**

Les résultats sont présentés sous- forme de tableau (Tableau 04) appelé matrice de corrélation. Les dix variables qui sont les cinq caractères végétatifs : le nombre de feuilles vertes(FI), les longueurs des trois plus jeunes feuilles au sommet de chaque pied (la plus jeune au sommet (Lf1), la deuxième moins jeune au- dessous de la première(Lf2) et la troisième au-dessous de la deuxième(Lf3)), la longueur de la feuille en- dessous de chaque inflorescence(Lf) et les cinq caractères reproductifs : la longueur totale de chaque inflorescence jeune(Lti), la longueur de la partie fertile portant les fleurs(Ldi) et le nombre de fleurs sur chaque inflorescence jeune(Nfi), le nombre de jeunes inflorescences (Nji) et celui des inflorescences âgées (Nai) ont été affichées sur la première ligne et la première colonne.

Les coefficients de corrélation représentent les valeurs des relations deux à deux des variables ou caractères. Les valeurs (en noir) constituent les coefficients de corrélation entre les caractères végétatifs et les caractères reproductifs eux- mêmes. Les valeurs en bleu, orange et rouge qui représentent les relations entre les caractères végétatifs et les caractères reproductifs ont été considérées.

Var	Fll	Lf1	Lf2	Lf3	Lf	Nji	Nai	Lti	Ldi	Nfl
<b>Fll</b>	1									
<b>Lf1</b>	0,173	1								
<b>Lf2</b>	0,442	0,584	1							
<b>Lf3</b>	0,593	0,435	0,882	1						
<b>Lf</b>	0,630	0,179	0,270	0,398	1					
<b>Nji</b>	0,577	0,165	0,192	0,295	0,767	1				
<b>Nai</b>	0,388	0,060	0,176	0,279	0,320	0,301	1			
<b>Lti</b>	0,637	0,174	0,262	0,386	0,968	0,767	0,355	1		
<b>Ldi</b>	0,622	0,182	0,270	0,390	0,971	0,751	0,315	0,966	1	
<b>Nfl</b>	0,616	0,166	0,250	0,373	0,958	0,756	0,316	0,972	0,956	1

Var : Variables

Les valeurs des coefficients de corrélation sont significatives à partir d'un seuil R égal à 0,131 (R supérieure ou égale à 0,131). La valeur 1 exprime l'unicité des caractères c'est-à-dire que chaque caractère est corrélé à lui-même.

La valeur de corrélation entre la longueur de la plus jeune feuille (Lf1) et le nombre d'anciennes inflorescences n'est pas significative car elle est inférieure à 0,131 (0,060). Ces deux caractères sont donc deux variables indépendantes.

Les autres coefficients de corrélation entre les caractères végétatifs et les caractères reproducteurs sont tous significatifs. Trois valeurs sont très significatives (0,968, 0,971, 0,958). La longueur des inflorescences (Lti), celle de la partie fertile des inflorescences (Ldi) et le nombre de fleurs portées par les inflorescences (Nfl) sont fortement influencés par la longueur de la feuille au-dessous de l'inflorescence (Lf).

Les caractères des organes reproducteurs (Nfl, Lti, Ldi, Nji) sauf le nombre d'anciennes inflorescences sont influencés par le nombre de feuilles (valeurs entre 0,5 et 0,6).

Les corrélations entre les dimensions des trois jeunes feuilles au sommet de la plante avec le nombre d'inflorescences jeunes apparues, le nombre de fleurs formées, la longueur de chaque inflorescence sont faibles. Elles mesurent entre 0,1 et 0,3. La production de fleurs est peu influencée par les dimensions des trois jeunes feuilles de chaque pied.

La production de fleurs chez *Angraecum longicalcar* dépend étroitement de la taille de la feuille au-dessous des inflorescences. Plus cette feuille est grande, plus l'inflorescence produite est grande et porte un nombre important de fleurs.

### III.1.2- Cycle phénologique de l'espèce

La figure 04 montre la succession des trois phases : végétative, floraison et fructification chez *Angraecum longicalcar*

Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
	Floraison				Fructification			Etat végétatif			
	I	B	P	Fl-Fr	Fl-Fr	Fr					

Fig 04 : Phénologie d'*Angraecum longicalcar*

I : Production d'inflorescences

B : Individualisation des boutons floraux

P : Pleine floraison ou anthèse

Fl- Fr : Transformation des fleurs pollinisées en fruits

Fr : Production de fruits

#### III.1.2.1- Période végétative

Au mois de Décembre 2003, la plante se trouve à l'état végétatif, elle ne présente ni des inflorescences vertes ni des fleurs. Il reste des inflorescences sèches des années passées sur certains pieds d' *Angraecum longicalcar*.

#### III.1.2.2- Floraison

La floraison a commencé au milieu du mois de Février et s'est achevée au mois de Mai. Les inflorescences apparaissent au mois de Février mais les boutons floraux ne sont pas encore distincts. A la fin du mois de Février, les boutons floraux sont bien individualisés. L'anthèse ou la pleine floraison suit se situe au mois de Mars. L'ouverture et la pollinisation des fleurs s'effectuent pendant cette phase.

○ Comptage des fleurs

Les données phénologiques sur la floraison de l'espèce ont été collectées dans les sites 01 et 03 et sont résumées dans le tableau n°3 :

Tableau 05 : Phénologie de la floraison de l'espèce *Angraecum longicalcar*

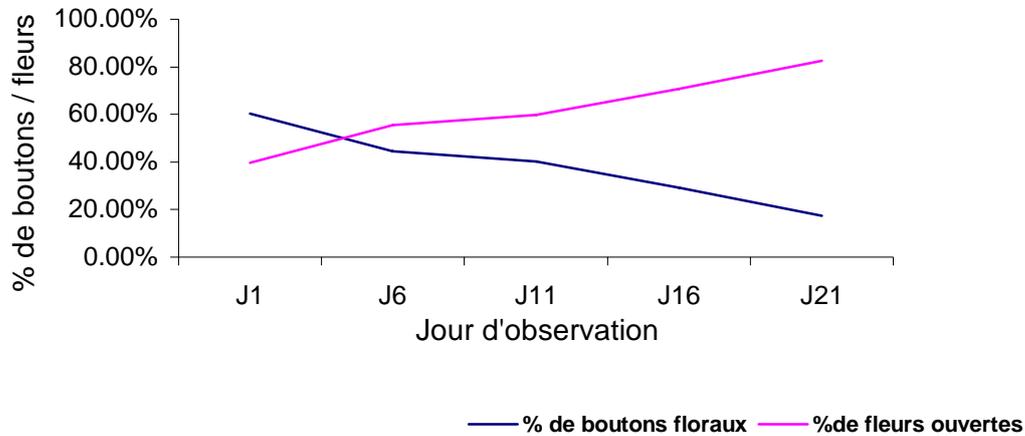
Date d'observation	Boutons floraux		Fleurs ouvertes		Fleurs fanées	Fruits formés
	Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage	Nombre	Nombre
05/03/04	296	60,2%	84	39,7%	0	0
10/03/04	218	44,3%	160	55,6%	2	0
15/03/04	198	40,3%	179	59,6%	3	0
20/03/04	143	29,1%	219	70,8%	16	0
25/03/04	86	17,5%	234	82,4%	55	5

La courbe de la variation du pourcentage d'apparition des boutons floraux présente une allure descendante (Courbe 01). Le nombre de boutons est maximal au début de l'observation (début Mars) soit 60,2% diminue jusqu'à 17,5% à la fin de l'observation, 21 jours après (Photo 12).

La courbe montrant le pourcentage de fleurs ouvertes est ascendante. Au début de notre observation (début Mars), le pourcentage de fleurs ouvertes était de 39,7%. Le pourcentage de fleurs ouvertes augmente en fonction du temps. A la fin de notre observation (21 jours après), 82,4% des fleurs sont ouvertes.

La floraison présente un pic à la moitié du mois de Mars (10/03/04), le pourcentage de fleurs ouvertes est de 55,6%. Cette phase correspond à la pleine floraison (Photo 13).

A la fin de notre observation (25/03/04), 23,5% des fleurs ouvertes étaient fanées. 9,1% des ces fleurs ont donné des fruits. Les boutons floraux qui se trouvent à l'extrémité des inflorescences ne sont pas individualisés parce qu'ils sont tardifs et la période de floraison s'arrête avant leur développement.



Courbe 01 : Courbe illustrant la floraison d'*Angraecum longicalcar*

### III .1.2.3- Fructification

La transformation des fleurs fécondées en fruits commence 14 jours après pollinisation. Les fruits sont individualisés un mois après pollinisation (mois d'Avril).



Photo 12 : Début de floraison (mi-février)



Photo 13 : Pleine floraison

### III.1.3- Biologie florale

#### III.1.3.1- Anthèse

Au cours de l'anthèse, nous avons analysé : l'ouverture de la fleur, les stades d'évolution de la fleur et la durée de vie de la fleur.

##### . Ouverture des fleurs

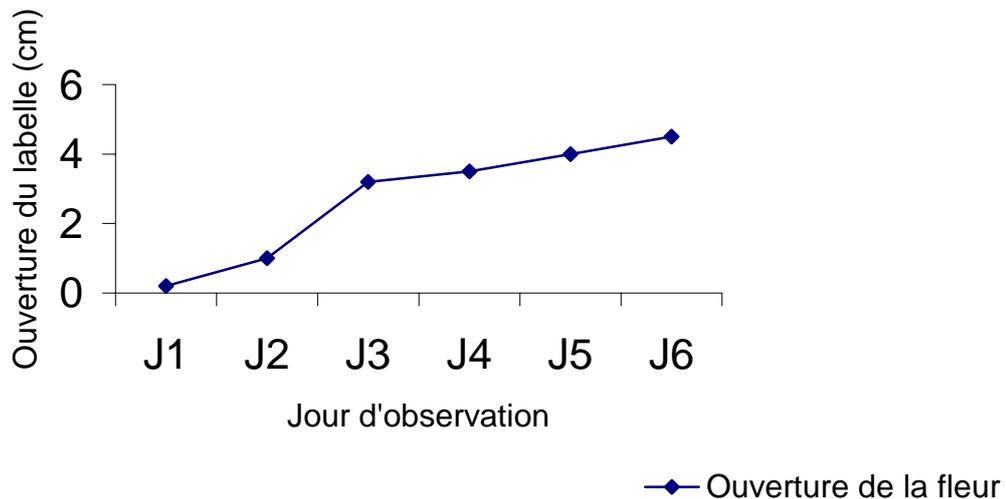
L'ouverture de dix boutons floraux a été observée journalièrement vers 06 heures du matin. Le suivi de l'ouverture florale est résumé dans le tableau n°04 :

Tableau 06 : Suivi de l'ouverture florale d'*Angraecum longicalcar*

Date d'observation	1 <sup>er</sup> jour	2 <sup>ème</sup> jour	3 <sup>ème</sup> jour	4 <sup>ème</sup> jour	5 <sup>ème</sup> jour	6 <sup>ème</sup> jour
Ouverture du labelle	0.2cm (4 %)	1cm (22%)	3.2cm (72%)	3.5cm (78%)	4cm (89%)	4.5cm (100%)

Au début de l'observation, le labelle est enroulé et ses deux extrémités latérales se recouvrent.

- Au 1<sup>er</sup> jour, l'écartement des extrémités latérales du labelle est très faible soit environ 4%.
- Au 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> jour, la courbe présente un pic à cette phase (Courbe 02), l'écartement des extrémités du et l'ouverture de la fleur deviennent rapide de 22% à 72%.
- Du 4<sup>ème</sup> jusqu'au 6<sup>ème</sup> jour, l'ouverture des fleurs devient constante (78% à 100%). Les fleurs sont complètement ouvertes au 6<sup>ème</sup> jour vers environ 20 heures du soir.



Courbe 02 : Suivi de l'ouverture des fleurs d'*Angraecum longicalcar*

##### . Phases sexuelles

Les pollinies des fleurs sont déjà matures de couleur jaune à l'ouverture des fleurs. La réceptivité du stigmate s'effectue après la maturation des pollinies. Une couche brillante apparaît sur la surface stigmatique ce qui indique la réceptivité du stigmate.

#### **. Durée de vie des fleurs**

Les fleurs non pollinisées restent ouvertes pendant trois mois (Mars en Mai).

Les fleurs qui ont perdu leurs pollinies ne durent que deux jours :

-Chez certaines fleurs, le gynostème ainsi que l'ovaire se sont développés. Ces fleurs sont pollinisées et vont donner des fruits.

-Chez d'autres fleurs, la colonne ainsi que la fleur se fanent le lendemain. Ces fleurs ne sont pas pollinisées.

#### **III.1.3.2- Emission de parfum**

L'émission de parfum a été suivie sur dix fleurs ouvertes.

L'émission de parfum des fleurs commence vers 17heures du soir et augmente rapidement pour atteindre son intensité maximale à 19heures du soir puis, elle diminue progressivement et devient nulle vers 22heures de la nuit.

Le parfum commence de nouveau à se faire sentir vers 04heures du matin puis augmente progressivement et atteint son intensité maximale vers 05heures. La production de parfum diminue ensuite pour disparaître vers 08heures.

#### **III.1.3.3- Production de nectar**

Le tableau 05 montre les résultats de la production de nectar de vingt fleurs ouvertes.

Tableau n° 07 : Production de nectar

Heures d'observation	08heures	12heures	17heures
Niveau de nectar (Nn)	5,2cm – 30,5cm	8 – 32,3cm	10,5 – 37,5cm

La longueur de l'éperon des fleurs étudiées varie entre 24.7cm et 40.2cm. La production de nectar dans les éperons d'*Angraecum longicalcar* varie dans la journée.

- A 08heures du matin, la production de nectar est faible, la hauteur de nectar dans l'éperon varie de 5,2cm à 30,5cm.

- A Midi, la sécrétion de nectar devient plus importante. La hauteur du niveau de nectar dans l'éperon varie entre 8 et 32,3cm.
- A 17heures du soir, la production de nectar est élevée. La hauteur du niveau de nectar dans l'éperon est comprise entre 10,5 et 37,5cm.

### III.1.4- Activités des visiteurs sur les fleurs d'*Angraecum longicalcar*

Le tableau 06 montre les résultats de transfert des pollinies effectués par les visiteurs des fleurs chez *Angraecum longicalcar* du 1<sup>er</sup> Mars au 26 Mars .

Tableau 08 : Transfert de pollinies chez *Angraecum longicalcar*

Nombre de fleurs à différents états	Site 01	Site 02	Total
02 pollinies présentes (1p1p)	238	40	271
01 pollinie absente (0p1p)	3	1	4
02 pollinies absentes (0p0p)	48	14	62
Nombre fleurs fanées	43	14	57
Nombre fruits formés	5	0	5

1,2% des fleurs observées ont perdu une pollinie et 18,4% deux pollinies. Le taux de transfert est de 19,6%. Ceci signifie que les insectes pollinisateurs sont rares dans notre zone d'étude.

Il n'y a que 7,5% des fleurs visitées (19,6%) qui ont donné des fruits ce qui montre une faible activité des insectes pollinisateurs.

Sur 337 fleurs qui n'ont subi aucun traitement, 5 fruits sont formés naturellement. Le taux de fructification de la plante est faible avec 1,48%.

Nous avons observé des oiseaux du genre *Nectarinia souimanga* visiter certaines fleurs d'*A. longicalcar* dans la journée. Ils coupent l'éperon des fleurs à l'aide de leur bec pour atteindre le nectar à l'intérieur. Ces oiseaux jouent le rôle de prédateurs pour la plante parce que ces fleurs ayant perdu leur éperon n'attirent plus les insectes pollinisateurs.

### III.1.5- Modes de reproduction ou breeding-system

Les tests d'autopollinisation et de pollinisation croisée manuelles que nous avons effectués ont donné des résultats positifs (Tableau 09).

- 86.9% des fleurs traitées qui ont subi une autopollinisation ont donné des fruits. Il existe une autocompatibilité entre les pollinies et le stigmate d'une même fleur. Les pollinies de la même fleur peuvent germer sur son stigmate et féconder ses oosphères.

- La pollinisation croisée artificielle a donné des résultats positifs avec 78.2% de fruits formés. L'arrangement spatial des pollinies et de la surface stigmatique empêche le contact directe entre eux ce qui favorise la pollinisation croisée chez *A. longicalcar*.

- Aucune des 18 fleurs observées n'ont donné des fruits naturellement. Le résultat est négatif (0%). Les pollinies sont absentes chez certaines fleurs sans donner de fruits. Ces fleurs pourraient être visitées par des insectes non pollinisateurs qui se nourrissaient uniquement du nectar et qui déplaçaient les pollinies sans réaliser la fécondation.

- Le résultat de l'apomixie est négatif. Aucun fruit n'a été formé.

- L'autogamie spontanée est impossible.

Tableau 09 : Résultats des tests de pollinisation

Types de traitement	Autopollinisation Artificielle	Pollinisation croisée artificielle	Pollinisation naturelle	Apomixie	Autogamie spontanée
Nombre de fleurs traitées	23	23	18	3	2
Nombre de fleurs fanées	2	4	16	3	0
Nombre de fruits avortés	1	1	0	0	0
Nombre de fruits formés	20 (86,95%)	18 (78,26%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

### III.1.6 – Mesure des fruits

43 fruits dont 20 sont issus de l'autopollinisation, 18 de la pollinisation croisée et 5 de la pollinisation naturelle ont été formés pour l'ensemble de la population.

- 14 jours après la pollinisation, les fleurs se transforment progressivement en fruits. L’ovaire commence à se développer et les fruits formés mesurent entre 40 et 50mm de long et environ 10mm de diamètre.

- Après trois mois (Juin), les fruits atteignent leur dimension maximale.

Les fruits issus de la pollinisation croisée artificielle mesurent en moyenne 77,38mm de long et 19,66mm de diamètre. Les fruits provenant de la pollinisation naturelle ont des dimensions de 91,14mm x 20,42mm. Les fruits issus de l’autopollinisation artificielle mesurent 87,9mm de long et 22,45mm de large. Les fruits provenant de la pollinisation naturelle sont de grande taille par rapport aux fruits issus de la pollinisation artificielle (autopollinisation et pollinisation croisée).

Tableau n° 10 : Mesure des fruits d’*Angraecum longicalcar*

Type de pollinisation	03 mois après pollinisation			
	Longueur des fruits		Diamètre des fruits	
	Moyenne	Min- Max	Moyenne	Min- Max
Autopollinisation	87.9	75-110	22.45	18-26
Pollinisation croisée	77.38	70-90	19.66	15-25
Pollinisation naturelle	91.14	70-112	20.42	15-24

### **III.2- Résultats des travaux de laboratoire**

#### **III.2.1– Résultats des tests de germination**

La régénération d’*Angraecum longicalcar* à partir de la germination de la graine en milieu naturel est possible parce que nous avons pu observer sur terrain deux plantules.

Les tableaux 11a et 11b résument les résultats des essais de germination en laboratoire suivant les types de milieu utilisés et les types de fruits collectés.

Tableau 11 : Tableaux montrant les résultats des essais de germination

**11a- Taux de germination des graines des fruits d'*Angraecum longicalcar* suivant les types de milieux**

Types de milieu	1 <sup>er</sup> essai	2 <sup>ème</sup> essai
	Fruits datés de 3 mois	Fruits datés de 6 mois
Taux de germination sur milieu (VW)	45,5%	96,2%
Taux de germination: milieu (JW)	42,5%	94,6%
Taux de germination: milieu (MS)	4%	37,5%
Taux de germination : milieu (P)	11%	90%

VW : Vacin et Went

MS: Murashige et Skoog

JW: J. van Waes

P: Phytamax

**11b- Taux de germination des graines des fruits d'*Angraecum longicalcar* suivant les types de fruits collectés**

Types de fruits	1 <sup>er</sup> essai	2 <sup>ème</sup> essai
	Fruits datés de 3 mois	Fruits datés de 6 mois
Taux de germination : fruits issus de la PN	36,4%	98%
Taux de germination : Fruits issus de la PC	32,2%	96,8%
Taux de germination : Fruits issus de l'AP	31,2%	51,2%

PN : pollinisation naturelle

PC : pollinisation croisée

AP : autopolinisation

**Premier essai de germination**

Le premier semis des graines d'*Angraecum longicalcar* a été réalisé sur des fruits collectés au mois de Juin, trois mois après pollinisation. Les fruits ainsi que les graines à l'intérieur sont encore verts. Le taux de germination du premier essai est de 29,4%.

➤ ***Etapas de la germination***

- La germination a démarré 21 jours après semis, Le taux de germination est faible (7%).
- 30 jours après semis, les protocormes se forment dans 17,7% des tubes à essai. Ils se développent progressivement avec un point végétatif (Photo 16).
- 60 jours après semis, apparaissent les plantules avec leur première feuille dans 29,4% des tubes à essai.

➤ ***Taux de germination pour les différents milieux de culture***

- Les milieux Vacin et Went et J van Waes sont favorables avec des taux de germination de 45,5% et 42,5% des graines d'*Angraecum longicalcar*.
- Le milieu phytamax et le milieu Murashige et Skoog sont peu efficaces (Taux de germination de 11% et 4%).

➤ ***Taux de germination suivant les types de fruits***

Le taux de germination des fruits issus de la pollinisation naturelle est élevé (36,4%) par rapport à ceux des fruits issus de la pollinisation croisée (32,2%) et de l'autopollinisation (31,2%).

Dans cette première expérience, nous avons constaté que la germination est lente parce qu'elle n'a débuté qu'au bout de 21 jours et que les plantules n'apparaissent qu'au bout de deux mois. Les fruits datés de 3 mois sont encore immatures et n'offrent pas une meilleure germination Le taux de germination est faible (29,4%).

**Deuxième essai de germination**

Le deuxième semis a été réalisé sur des fruits de six mois après pollinisation (Septembre) sur les 04 types de milieux de culture utilisés dans la première expérience. Les capsules des fruits sont vertes. Les graines à l'intérieur des fruits sont jaunes (Photo 14).

➤ ***Etapas de la germination***

- La germination a commencé 14 jours après semis avec un taux de germination de 79%.
- 21jours après, des protocormes vertes sont formées dans 82% des tubes avec un point végétatif (Photo 15).
- 40jours après, les plantules avec leur première feuille apparaissent (Photo 17).

- Les trois milieux de culture Vacin et Went, J van Waes, Phytamax sont favorables pour la germination chez *Angraecum longicalcar* (96,2%, 94,6% et 90%).

- Le milieu Murashige et Skoog est peu efficace avec un taux de germination faible de 37,5%.

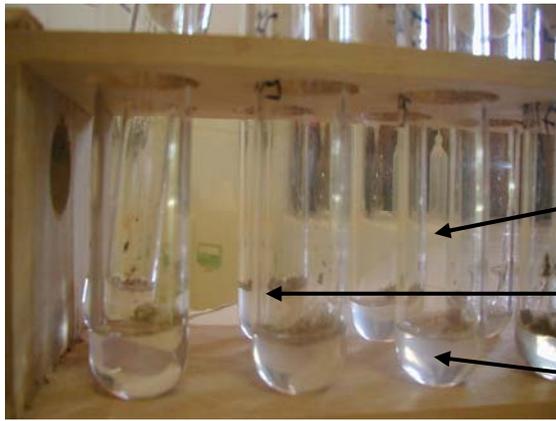
➤ **Taux de germination selon les types de fruits**

Les fruits issus de la pollinisation naturelle et ceux issus de la pollinisation croisée offrent une bonne germination (98% et 96,8%) par rapport aux fruits issus de l'autopollinisation (51,2%).

Dans cette deuxième expérience, la germination est active. Elle commence au bout de 14 jours après ensemencement et la formation de plantule s'effectue 40 jours après mise en culture. Le taux de germination est élevé avec 81%. Les fruits d'*Angraecum longicalcar* arrivent à maturité et sont aptes d'une bonne germination six mois après pollinisation. Il est préférable de collecter les fruits sans attendre que les capsules s'ouvrent et deviennent sèches afin d'éviter la contamination des graines.

Les résultats des tests de germination montrent qu'*Angraecum longicalcar* peut se régénérer à partir des graines. La germination est meilleure pour les fruits issus de la pollinisation croisée. La plante est donc non- autogame et que la pollinisation nécessite un insecte comme agent pollinisateur.

**PLANCHE IV : Résultats des cultures in- vitro des graines d'*Angraecum longicalcar***



Tube à essai

Graines d'*A. longicalcar*

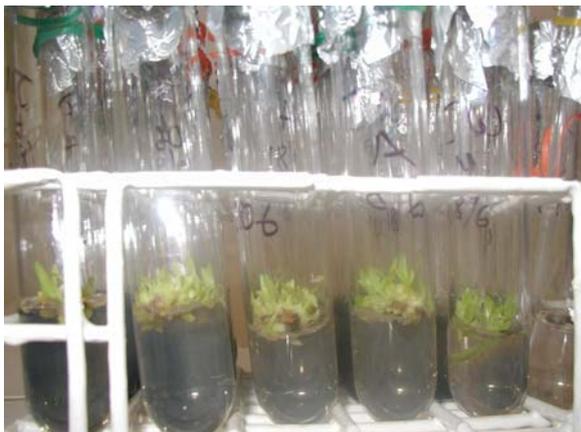
Milieux de culture

13- Début de culture (Milieu JW) : semis des graines sur les milieux de culture



Protocormes vertes

14- Verdissement des protocormes (2<sup>ème</sup> semis, sur milieu MS, 21 jours après semis)



15- Formation des plantules avec leur 1<sup>ère</sup> feuille (60 jours après 1<sup>er</sup> semis, milieu JW)



16- Formation des plantules avec leur 1<sup>ère</sup> feuille (30 jours après 2<sup>ème</sup> semis, milieu VW)

Nous avons choisi de comparer les résultats de notre étude avec ceux d'autres auteurs qui ont travaillé sur d'autres espèces d'Orchidées puisqu'il n'existe pas jusqu'à présent assez d'études approfondies sur l'espèce *Angraecum longicalcar*.

#### ❖ Population d'*Angraecum longicalcar*

Selon TREMBLAY et al. (2002), une population stable renferme un nombre élevé de plantes adultes par rapport aux plantes juvéniles et aux plantules. La structure de la population d'*Angraecum longicalcar* dans les sites de la région d'Ambatofinandrahana a montré que le nombre d'individus jeunes (rejets juvéniles et de plantules) est supérieur à celui des rejets adultes. La population d'*Angraecum longicalcar* n'est donc pas stable.

La taille de la population contribue au succès de la reproduction de l'espèce. Le transfert de pollinies et la formation des fruits dépendent de la taille de la population (SIH A., BALTUS M., 1987). La taille réduite de la population de la plante pourrait causer le faible taux de transfert de pollinies et le nombre limité de fruits formés chez *Angraecum longicalcar*.

Les aspects morphologiques de la plante peuvent- être considérés comme une forme d'adaptation à la structure de la végétation locale (WILLEMS & ELLERS, 1996). *Angraecum longicalcar* se présente dans des sites représentant la même structure de végétation avec une composition floristique similaire (végétation saxicole avec quelques espèces xérophytiques qui supportent une forte chaleur et des passages réguliers de feux au sein d'une vaste étendue de savane).

#### ❖ Relation entre les caractères végétatifs et les caractères reproductifs de la plante

MURREN et ELLISON, en 1996, ont montré chez *Brassavola nodosa*, une orchidée néotropicale qu'un individu possédant un grand nombre de feuilles produisent plus d'inflorescences avec un grand nombre de fleurs que les pieds ayant un nombre réduit de feuilles. Ils ont mentionné que la dimension de la feuille au- dessous de chaque inflorescence peut influencer le nombre de fleurs. Les résultats des analyses statistiques sur les caractères végétatifs d'*Angraecum longicalcar* supportent leur hypothèse. Les rejets d'*Angraecum longicalcar* qui ont plus de dix feuilles peuvent donner au moins une inflorescence ou plus.

Selon CALVO (1993), la production de fleurs est influencée par la dimension de la feuille au- dessous des inflorescences. La valeur importante du coefficient de corrélation entre le nombre de fleurs et la longueur de la feuille au dessous- de chaque inflorescence chez *Angraecum longicalcar* signifie que ces deux variables sont interdépendants.

## ❖ Pollinisateur

Aucun insecte pollinisateur n'a été observé sur les fleurs lors de nos travaux sur terrain. D'après WASSERTHAL (1997), les visites de l'espèce *Angraecum sesquipedale* et les autres espèces d'*Angraecum* par les sphinx sont rarement observées sur terrain. Les observations nécessitent l'utilisation de matériels et de techniques plus sophistiqués (lumières infra-rouge, des appareils photographiques de forte luminosité et de grande vitesse).

Il rapporte en 1997 que Denso avait passé cinq ans à Madagascar pour chercher les pollinisateurs d'*Angraecum sesquipedale* et il avait trouvé seulement six individus de *Xanthopan morgani praedicta* durant ces années. Toutes ces informations affirment qu'il est rare et difficile de voir les insectes pollinisateurs nocturnes sur les fleurs d'*Angraecum*.

La famille des Sphingidae de Madagascar comprend une soixantaine d'espèces avec une forte endémicité (GRIVEAUD, 1959). *Xanthopan morgani praedicta* R.&J. et *Coelonia solani* (Boisd.) ont des trompes qui dépassent souvent 20cm (NILSSON et al, 1985).

L'hypothèse de RAYNAL (2003) s'oppose aux résultats de recherche de NILSSON *et al.* Il suppose l'existence d'un grand sphingidé inconnu à Madagascar autre que *Xanthopan morgani praedicta* dont la trompe doit mesurer 38cm comme pollinisateur d'*A. longicalcar*, ayant un éperon encore plus profond que celui d'*A. sesquipedale*, environ 40cm.

Les différents traits des fleurs d'*Angraecum longicalcar* permettent de déterminer l'insecte pollinisateur.

Les fleurs typiquement sphingophiles présentent des éperons allongés qui renferment du nectar en profondeur, exclusivement accessibles pour les Sphingidae (WASSERTHAL, 1997). *Angraecum longicalcar* serait sphingophile car elle possède un éperon renfermant du nectar qui mesure en moyenne 25cm de long.

Les fleurs émettent un signal odorant attirant les pollinisateurs en plus des caractères biologiques comme la couleur et la forme (BECHTEL et al, 1992). Ces signaux attractifs font partie du syndrome d'entomophilie (FAEGRI & PIJL, 1979). *Angraecum longicalcar* est entomogame parce que les fleurs émettent une odeur parfumée au crépuscule et très tôt le matin.

Beaucoup d'études sur les plantes en danger montrent que la rareté des pollinisateurs est une des causes de leur extinction (KEARNS *et al*, 1998).

PAVLIK *et al* (1993) ont trouvé que le taux faible de production de la plante *Oenothera deltoides ssp. howelii* (environ 26% et 37% au maximum pendant deux ans) est causé par la rareté des sphinx pollinisateurs. Le faible taux de fructification, 1,48% chez *Angraecum longicalcar* est causée par la rareté de l'insecte pollinisateur dans les sites d'étude. Peu de fleurs qui ont perdu leurs pollinies lors des observations sur terrain.

L'adaptation de la plante à une seule espèce pollinisateur augmente ses risques d'extinction (JOHNSON et STEINER, 2000). Ce cas se présente chez *Angraecum longicalcar*, seul un sphinx ayant une trompe aussi longue que l'épéron de la fleur qui peut assurer sa pollinisation.

#### ❖ **Fructification**

CROPPER et CALDER en 1990 affirment que l'absence de fruits produits par l'Orchidée australienne en danger *Thelymitra*, proviendrait de l'absence des pollinisateurs causée par la propagation du feu. L'espèce *Angraecum longicalcar* présente un problème similaire, le taux de fructification étant faible avec 1,48%. Ceci indique la rareté de l'insecte pollinisateur dans les sites. Les passages annuels du feu et probablement aussi l'épandage d'insecticides durant les années 1998-1999- 2000 et 2001 dans la région d'Ambatofinandrahana auraient pu réduire le nombre des insectes. La destruction de l'habitat et de la plante nourricière des larves du pollinisateur seraient une des raisons de la rareté de la plante.

Les plantes à fleurs, en particulier les Orchidées sont souvent caractérisées par un faible taux de fructification (CALVO, 1990). Il est souvent observé que parmi les Orchidées non autogames, moins de 10% des fleurs peuvent donner des fruits (ACKERMAN & MONTALVO, 1990).

#### ❖ **Germination in- vitro**

Les graines des Orchidaceae ne possèdent pas d'albumen capable de transformer des lipides en glucides nécessitent un apport de glucide (LEROUX, BARABE *et al*, 1995).

Les phytohormones et les vitamines peuvent activer la germination comme le cas du Milieu JW mais elles ne sont pas obligatoires. Certains investigateurs ont additionné des pulpes de banane et du lait de coco comme le cas du Milieu VW à la place des vitamines (CTHA, comm. pers.). La combinaison de banane homogénéisée ou/et de l'eau de coco avait activé la germination chez *Angraecum longicalcar*. L'eau distillée, les macroéléments, les sucres et la gélose sont indispensables pour la germination des graines d'*Angraecum longicalcar*. Les microéléments peuvent être facultatifs (cas du milieu VW).

L'addition du charbon de bois active la germination chez les graines de *Paphiopedilum* d'après ERNST (1975). Par contre, chez *Angraecum longicalcar*, l'addition du charbon de bois n'a pas d'effet sur la germination des graines.

Parmi les quatre (04) milieux (JW, VW, MS, P) que nous avons utilisés,

- Les milieux VW et JW offrent une meilleure germination chez *Angraecum longicalcar*.

- L'efficacité du milieu P n'est pas très sûre car les résultats obtenus pour le premier et second semis sont contradictoires, le taux de germination est faible (11%) pour le premier semis tandis qu'il est élevé (90%) pour le second semis.

-Le milieu MS n'est pas favorable pour la germination chez *Angraecum longicalcar*. ARDITTI (1977) disait que le milieu de Murashige et Skoog a été utilisé généralement avec succès dans les cultures de tissus d'orchidées mais il n'est pas généralement utilisé pour les graines.

#### ❖ Statut UICN

L'espèce *Angraecum longicalcar* est classée en danger critique d'extinction dans la liste des espèces menacées d'extinction de l'UICN en 2001. Elle n'a pas été mentionnée dans la liste rouge depuis 2002. Par ailleurs, les études que nous avons fournies affirment que l'espèce est estimée en danger critique d'extinction (CR) et que sa réintégration dans la liste rouge de l'UICN s'avère nécessaire.

La taille de la population est réduite avec seulement 03 sous-populations. Le nombre d'individus matures est inférieur à 250 pour cette catégorie (UICN, 2001). La population est formée de 81 individus matures dont 34 sont des rejets adultes matures reproductifs et 47 sont des rejets adultes non reproductifs. Les sous-populations renferment chacun un nombre d'individus matures inférieur à 50. La sous-population 01 est constituée de 24 rejets adultes matures reproductifs et non reproductifs, 47 pour la deuxième pour la deuxième sous population et 10 pour la troisième. La plante présente un potentiel de régénération moyen de 145% et une faible densité, 0,075 pied / m<sup>2</sup>.

## CONCLUSION et RECOMMANDATIONS

Les Orchidées constituent à Madagascar une des plus grandes familles notamment par ses 1000 à 1500 espèces. Elles méritent une attention particulière car de vastes régions montagneuses encore boisées n'ont pas été suffisamment prospectées, pourtant elles abritent un certain nombre d'espèces d'Orchidées dont la majorité ne sont pas encore identifiées. Des connaissances biologiques et écologiques des espèces à partir des recherches sur terrain s'avèrent indispensables afin de contribuer à la conservation des Orchidées.

Nous estimons que l'essentiel de nos objectifs a été atteint parce que les principales causes de la disparition progressive de la population d'*Angraecum longicalcar* dans notre zone d'étude ont été déterminées et que des suggestions pour sa conservation seront proposées.

- La rareté des insectes pollinisateurs est la principale cause de l'extinction de l'espèce *Angraecum longicalcar*. En effet, la fuite et la disparition des Sphingidés, pollinisateurs de cette plante sont dues aux feux de brousse et à l'épandage d'insecticides au cours des années 1998 en 2000. Cet état de fait a entraîné un faible taux de production de fruits voire un faible potentiel de régénération de la plante.

Le passage annuel des cyclones dans la région d'Ambatofinandrahana pendant les mois de Février et Mars coïncide avec les périodes de floraison d'*Angraecum longicalcar* pourrait être une raison de la diminution des activités des insectes pollinisateurs, Les insectes pollinisateurs ne visitent pas les fleurs et il n'y a pas pollinisation à cause du vent violent et des fortes pluies.

- La compagnie MAGRAMA, par ses exploitations de marbres dans la région d'Ambatofinandrahana, continue d'explorer les collines sans se préoccuper des espèces animales et végétales qui vivent dessus. Actuellement, elle poursuit ses travaux dans la zone même où l'espèce *Angraecum longicalcar* se trouve. Ceci pourrait entraîner la diminution et arriver jusqu'à la disparition de l'habitat de cette plante.

- D'après nos études, les fruits n'arrivent à maturité qu'au bout de six mois après pollinisation (Juin). Les périodes de fructification de la plante coïncident avec les moments des pratiques du feu pour les pâturages et les parcelles de culture par la population locale. Les fruits pourraient être brûlés avant que les graines aient été disséminées. Ce cas a été rencontré chez les fruits d'*Oeceoclades ecalcaratum* qui se trouvent sur les mêmes sites qu'*Angraecum longicalcar*.

- La germination in- vitro montre que la régénération d'*Angraecum longicalcar* peut s'effectuer à partir des graines. Mais la présence de seulement deux plantules dans les sites d'étude signifie que la germination est perturbée soit parce que la plante ne produit pas de fruits soit que les conditions du milieu naturel ne favorisent pas la germination des graines d'*Angraecum longicalcar*.

Pour remédier à ces situations désastreuses, quelques actions prioritaires sont proposées pour la sauvegarde et la conservation de l'espèce *Angraecum longicalcar* :

#### Solutions à court terme

-La protection de l'habitat de l'espèce et de ses pollinisateurs est une mesure de conservation de la plante d'une importance capitale dans la région d'Ambatofinandrahana. Il est possible d'entamer une demande de protection légale avec l'appui de l'Etat, des milieux naturels où *Angraecum longicalcar* a été rencontrée dans le but de protéger la plante et d'éviter la fuite des insectes pollinisateurs.

L'espèce est exposée aux problèmes de perte d'habitats vu qu'elle se trouve également dans un site qui fait partie des lieux de gisements de marbre de la compagnie MAGRAMA. Un programme de transfert et de multiplication de la plante dans d'autres zones avoisinantes s'avère urgente pour éviter sa disparition.

-Il a été constaté que l'insecte pollinisateur est rare dans les sites de la plante. La pollinisation manuelle pourrait être une méthode efficace afin d'assurer le maintien de la population d'*Angraecum longicalcar* dans la région. La pollinisation croisée manuelle des fleurs est proposée par ce que elle offre une bonne fructification et une bonne germination d'a près les résultats des essais de germination. En effet, cette méthode est moins compliquée vu la taille relativement grande des fleurs de la plante. D'ailleurs, certaines personnes dans cette zone utilisent cette espèce comme plante médicinale contre plusieurs maladies (troubles gastriques, maladies des reins et du foie,...). La plante est importante pour la population locale. Il est possible de lui confier sa protection et son surveillance grâce à des moyens motivants bien appropriés.

### Solutions à moyen et long termes

- Jusqu'à présent, la méthode de multiplication in- vitro reste le meilleur moyen de régénérer afin de sauvegarder la plante. Le milieu J. van Waes et celui de Vacin et Went sont proposés pour assurer une bonne germination in- vitro des graines chez *Angraecum longicalcar*. Les graines des fruits datés de six mois après pollinisation et issus de la pollinisation croisée naturelle et/ou artificielle sont suggérées pour obtenir un meilleur taux de germination.

- Les jeunes plants issus de la culture in- vitro pourraient être réintroduits dans le milieu naturel dans le but de rétablir et d'élargir la population de la plante à l'état sauvage.

- Les études sur la répartition géographique et les zones d'occurrence de cette espèce ne sont pas encore complètes dans tout Madagascar. Jusqu'à présent, la plupart des informations fournies sur la répartition de cette plante ont été obtenues à partir des communications personnelles et ne sont pas encore publiées parce qu'elles ne sont pas vérifiées par des descentes sur terrain.

- Lors de nos descentes sur terrain en Septembre 2004, les feux de brousses continuaient de se répandre dans la région d'Ambatofinandrahana en attendant l'arrivée des saisons de pluie. De larges étendues de savane ont été brûlées. Les efforts de conscientisation de la population locale sur les effets néfastes des feux sur l'environnement doivent être poursuivis. La population locale peut participer aux actions de conservation en formant des groupes d'agents forestiers décentralisés pour le contrôle des prélèvements de la plante et des feux.

L'étude sur *Angraecum longicalcar* est encore loin d'être exhaustive. Notre recherche a été limitée au suivi de la germination des graines de la plante. Elle pourrait s'étendre jusqu'au test de viabilité des plantules. Il est possible que les graines d'*Angraecum longicalcar* puissent germer mais nous n'avons pas pu observer si les protocormes survivront pour donner des plantules et arriveront au stade de plante adulte.

Nous espérons que notre étude a pu contribuer à la conservation de l'espèce *Angraecum longicalcar* et que d'autres travaux apporteront de nouvelles informations.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ACKERMAN, J. and MONTALVO, A. M., 1990- Short and long- term limitations to fruit production in a tropical orchid. *Ecology* 71: 263- 272.
- ANDRIAMIHAJARIVO, T. H., 2002- Etude de la Régénération Naturelle de trois espèces forestières : *Asteropeia labatii*, *Sarcolaena oblongifolia*, *Uapaca bojeri* de la région d'Ambatofinandrahana. Mém. DEA, SBA Eco.Vég., Univ. Antananarivo, 81p.
- ANDRIANTIANA, J. L., 2003- Plants at risk / Plantes menacées. *Angraecum longicalcar* (Bossert) Senghas. *Ravintsara vol. 1, n°5*, 23p.
- ARDITTI, J., 1977- Vitamin Requirements and Metabolism in Orchids. In ARDITTI, J. and HARRISON, R. C. *Orchid biology: Reviews and Perspectives, Vol I*, pp 243- 370.
- AUGE, R.; BEAUCHESNE, G et al, 1989- *La culture in vitro et ses applications horticoles*. Tec. et Doc. J.b. Baillière, 3ème ed, 225p.
- BECHTEL, H.; CRIBB, P. & LAUNERT, E., 1992- *The manual of cultivated orchid species*. 3eme edition, Blanford, 585p.
- BESAIRIE, H., 1962- *Rapport annuel du bureau géologique pour l'année 1962*. Min. mines et géol, Antananarivo, 67p.
- BLOWERS, J. W., 1961- Seed raising for the amateur. *Orchid. Rev.* 69(819): 283-284.
- BOSSER, J., 1965- Contribution à l'étude des Orchidaceae de Madagascar. In HUMBERT, H.; AUBREVILLE, A. *Adansonia, Tome V, Fasc. 1*. pp 408-410.
- BOULLARD, B., 1988- *Dictionnaire de Botanique*. Ellipses, Paris, France. 398p.
- BRAUN- BLANQUET, J., 1964- *La phytosociologie*. 3ème édition. Spunnger, Vienne. 865p.

- BROWER, J.; J.H. & VON ENDE; C.N., 1990- *Field Laboratory Methods for General Ecology*. USA. 196p.
- CALVO, R., 1990- Inflorescence size and fruit distribution among individuals in three orchid species. *Amer. J. Bot.* 77(10): 1378- 81.
- CALVO, R, 1993- Evolutionary demography of orchids: intensity and frequency of pollination and the cost of fruiting. *Ecology* 74: 1033- 42.
- CHOQUET, C., 1973- *Etude des minéralisations cuprifères de la région d'Ambatofinandrahana*. Rapport annuel du Service géologique pour l'année 1973. Antananarivo, pp 43- 51.
- CITES, 2003- *Rapport annuel année 2003, CITES*- Organe de gestion CITES de Madagascar, Antananarivo.
- CORNET, A., 1974- *Essai de cartographie bioclimatique à Madagascar*. ORSTOM, Paris.
- CORNET, A. and GUILLAUMET, J. L., 1976- Division floristique et étages de végétation à Madagascar. *Cah. ORSTOM, Sér. Biol*, 9: 35- 45.
- CROPPER and CALDER, 1990- *Thelymitra epipactoides* F. Muell (Orchidaceae): The morphology, biology and conservation of endangered species. *Proceeding of the Royal Society of Victoria*, 101: 89- 101.
- DAGNELIE, P., 1986- *Analyse statistique a plusieurs variables*. GEMBLoux : Les presses agronomiques de Gembloux. 362p.
- DELUBAC, G. et RANTOANINA, M., 1962- *Etude géologique et prospection des feuilles d'Itremo et d'Ambatofinandrahana*. Rapport de fin de mission. Ministère de la géologie, Antananarivo.
- DU PUY, D; CRIBB, P; BOSSER, J; JOHANS, S & HERMANS, C., 1999- *The orchids of Madagascar*. Royal Botanical Gardens. 375p.
- ERNST, R. L., 1975- The use of activated charcoal in asymbiotic seedling culture of *Paphiopedilum*. *Am. Orchid. Soc. Bull.* 43: 35- 38.

- FAEGRI, K. and PIJL van der L., 1979-*The principles of Pollination ecology*. Pergamon Press, Great Britain.
- FARAMALALA, M., 1988- *Etude de la végétation de Madagascar à l'aide des données spatiales*. Thèse de doctorat d'état, Université Paul Sabatier, Toulouse, 167p.
- GRIVEAUD, P., 1959- Insectes Lépidoptères Sphingidae. *J. Anim. Ecol.* 40: 673-678.
- GUILLAUMET, J. L., BETSH, J. M., BLANC, C., MORAT, P., PEVRIERAS, A. & PAULIAN, R., 1973- Etude des écosystèmes montagnards dans la région malgache. Le Marojejy, l'Itremo et l'Ibity. Géomorphologie, climatologie, faune et flore. *Ecol. Général* 25: 27-67.
- GUINOCHE L., 1973- La phytosociologie. Coll. D'Ecol. 273p.
- HILLERMAN, F. et HOLST, A., 1986- *An introduction to the cultivated Angraecoid orchids of Madagascar*. Timber Press Portland, Oregon, 302p.
- HUMBERT, H., 1954- *Les territoires phytogéographiques de Madagascar, leur cartographie*. Colloque sur les divisions écologiques du monde. CNRS, Paris. Pp191-204.
- JOHNSON, S. D. et STEINER, K., 2000- Generalization versus specialization in plant pollination system. *TREE vol. 15, n°4*: 94- 98.
- JUDD. W.; CAMPBELL, C.; KELLOG, A.E.; STEVENS, P., 1999- *Plant Systematics, a phylogenetic approach*. USA. 464p.
- KEARNS; INOUYE and WASER, 1998- Endangered mutualisms: The Conservation of Plant-Pollinator Interactions. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 29: 83-112.
- KEW, 1999- *Techniques used for Madagascan orchids*. RBG Kew. Pp 1- 22.
- KNUDSON, L., 1922- Non symbiotic germination of Orchid seeds. *Bot. Gaz.* 73(1): 1-25.
- LEGENDRE, L, LEGENDRE, P., 1979- *Ecologie numérique. Tome 1 : Le traitement multiple des données écologiques*. Collection d'Ecologie, n°12. Masson, Paris et les Presses de l'Université du Québec. 197p.

- LECOURT, C., 1993- Fabrication d'un milieu de culture. *Orchidées. Culture et protection*, n°15 : 15-17.
- LEROUX, G. ; BARABE, D. & VIETH, J., 1995- Morphogenèse comparée de protocormes du *Cypripedium acaule* (Orchidaceae) cultivés in- vitro avec ou sans sucre. *Can. J. Bot.* 73: 1391-1406.
- MATHEWS, V.H. and RAO, P.S, 1980- In- vitro multiplication of *Vanda* hybrids through tissue culture technique. *Plant. Sci. Letters*17: 383-389.
- MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DE L'ELEVAGE ET DE LA PECHE (MAEP); UNITE DE POLITIQUE DE DEVELOPPEMENT RURAL (UPDR), 2003- Monographie de la région Amoron'i Mania. 89p.
- MURASHIGE, T. & SKOOG, F., 1962- A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue cultures. *Physiol. Plant.* 15: p485.
- MURREN, C. J. and ELLISON, A. M., 1996- Effects of Habitat, Plant size, and Floral Display on Male and Female Reproductive Success of the Neotropical Orchid *Brassavola nodosa*. *Biotropica* 28(1): 30- 41.
- NILSSON, L. A. ; JONSSON, L. ; RASON, L. & RANDRIANJOHANY,E., 1985- Monophily and pollination mechanisms in *Angraecum arachnites* Schltr. (Orchidaceae) in a guild of long tongued hawk- moths (Sphingidae) in Madagascar. *Biol. J. Linn. Soc.* 26: 1-19.
- ONE/ ANGAP/ PNUE, 1997- *Monographie nationale sur la biodiversité*. Min. Env., Min. Eaux et Forêts, Antananarivo. 324p.
- PAVLICK, B. N; FERGUSON, N. & NELSON, M., 1993- Assessing limitations on the growth of endangered plant populations of *Oenothera deltoides* ssp. *Howellii*. *Biol. Conserv.* 65: 267- 278.
- PERRIER DE LA BATHIE, H., 1921- *La végétation malgache*. Ann. Mus. Colon. Marseille, 3ème série, 9. 268p.

- PETIT JEAN, M., 2003- *Beautiful Orchids. Fascinantes Orchidées du Sud Ouest de l'Océan Indien*. Impr. Graphoprint Z. Forello Tanjombato, Antananarivo. 143p.
- PROCTOR, M.; YEO, P. & LACK, A., 1996- *The Natural History of Pollination*. The Bath Press Great Britain, 490p.
- RADFORD, A., MASSEY, J & BELL, C., 1974- *Character, evidence, characterization, vascular plant systematic*. Harper and Row, New York.
- RAKOTOARISOA, S., 2000- *Etude écologique des relictés forestières de la région d'Ambatofinandrahana (Madagascar). Inventaire, typologie, étude diachronique et étude de la régénération naturelle de l'espèce Uapaca bojeri Baill.* Mém. D.E.A, SBA Eco. Vég., Univ. Antananarivo, 97p.
- RASOLONJATOVO, B., 2004- *Etude des Orchidées de la Forêt d'Antsahabe- Est (Anjozorobe) : Inventaire, Etats des populations, Ecologie de la reproduction*. Mém. DEA, SBA Eco. Vég., Univ. Antananarivo, 79p.
- RASOLONDRAIBE, A. B., 2004- *Etude de deux espèces d'Aloes, Aloes capitata var cipolinicola H. Perrier et Aloe vaombe var. poissonii R. Decary (ASPHODELACEAE), dans le massif d'Itremo : Biologie, régénération naturelle et habitat*. Mém. DEA, SBA Eco. Vég., Univ. Antananarivo, 97p.
- RAYNAL, M., 2003- *Le papillon "Prédit de Madagascar" : un succès méconnu de la cryptozoologie*. Institut Virtuel de la Cryptozoologie. Paris, France.
- ROLLET, B., 1983- *La régénération naturelle dans les trouées. Un processus général de la dynamique des forêts tropicales humides*. *Bois et forêt des tropiques n°202* : p19-34.
- SAMPOLINSKI, J., 1965- *Adventures in Orchid growing*. *Amer. Orchid. Soc. Bull.* 34(7): 602-603.
- SIH, A. and BALTUS, M., 1987- *Patch size, pollinator behaviour, and pollinator limitation in catnip*. *Ecology* 68: 1679-90.

- TREMBLAY, R. L et HUTCHINGS, M. J, 2002- Population dynamic in orchid conservation: a review of analytical methods, based on the rare species *Lepanthes eltoroensis*. In DIXON, K. W., KELLS, S. P. and CRIBB, P. J. (eds.). *Orchid conservation*. Pp 163-183.
- UICN, 2001- *2000 UICN Plant Red List*. UICN. Gland, Suisse.
- UICN, 2001- *Catégories et Critères de l'UICN pour la liste rouge*. Préparées par la Commission de la sauvegarde des espèces de l'UICN. Gland, Suisse.
- VAN WAES, J. M, DEBERG, P. C, 1986- In vitro germination of some Western European orchids. *Physiol. Plant.* 67: 253- 261.
- VACIN, E. F. and WENT, F. W., 1949- Some PH changes in Nutrient Solutions. *Bot. Gaz.* 110: 605-613.
- WASSERTHAL, L. T, 1997- The pollinators of the Malagasy Star Orchids *Angraecum sesquipedale*, *A. sororium* and *A. compactum* and the Evolution of Extremely long Spurs by Pollinators Shift. *Bot. Acta* 110: 343-359.
- WILLEMS, J. and ELLERS, J., 1996- Plant performance and population characteristics of *Orchis simia* (Orchidaceae) in two extremes of its distribution area. *Flora* 191: 41- 48.



# ANNEXE I



Site 03 d'A. *Longicalcar* : Site d'étude à Vohibasiana



Site 02 d'A. *Longicalcar* : Site d'étude à Vohibasiana



Site 01 d'A. *Longicalcar* : Site d'étude à Analabebiby



Feux de brousse dans la région d'Ambatofinandrahana  
(Aménagement de nouvelles parcelles de culture et zone de pâturage pour le bétail)



**Usine MAGRAMA à Ambatofinandrahana (7km de la ville d'Ambatofinandrahana)**

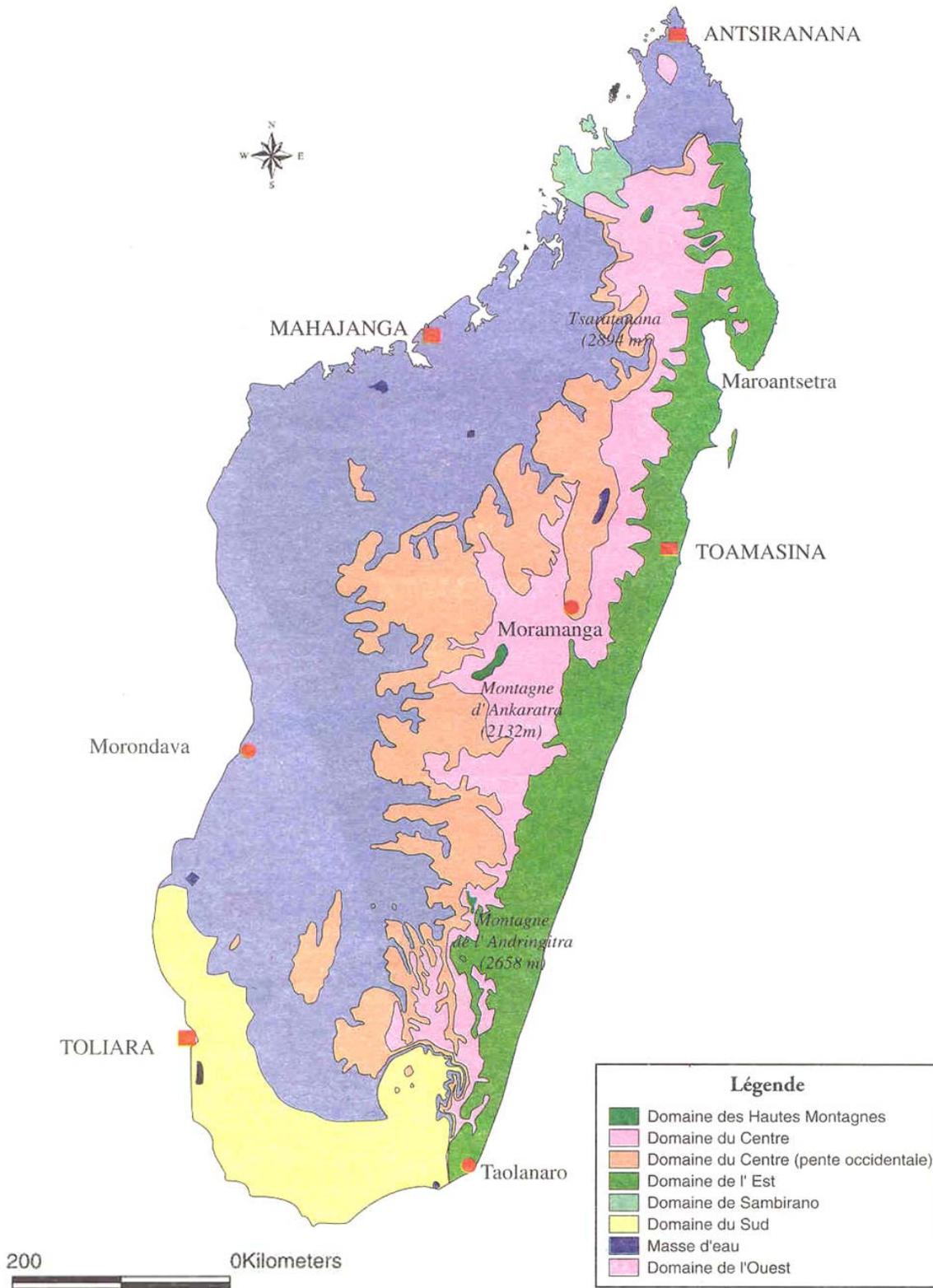


**Gisements de marbre à Vohibasiana (Commune Mahavanona Ambatofinandrahana)**



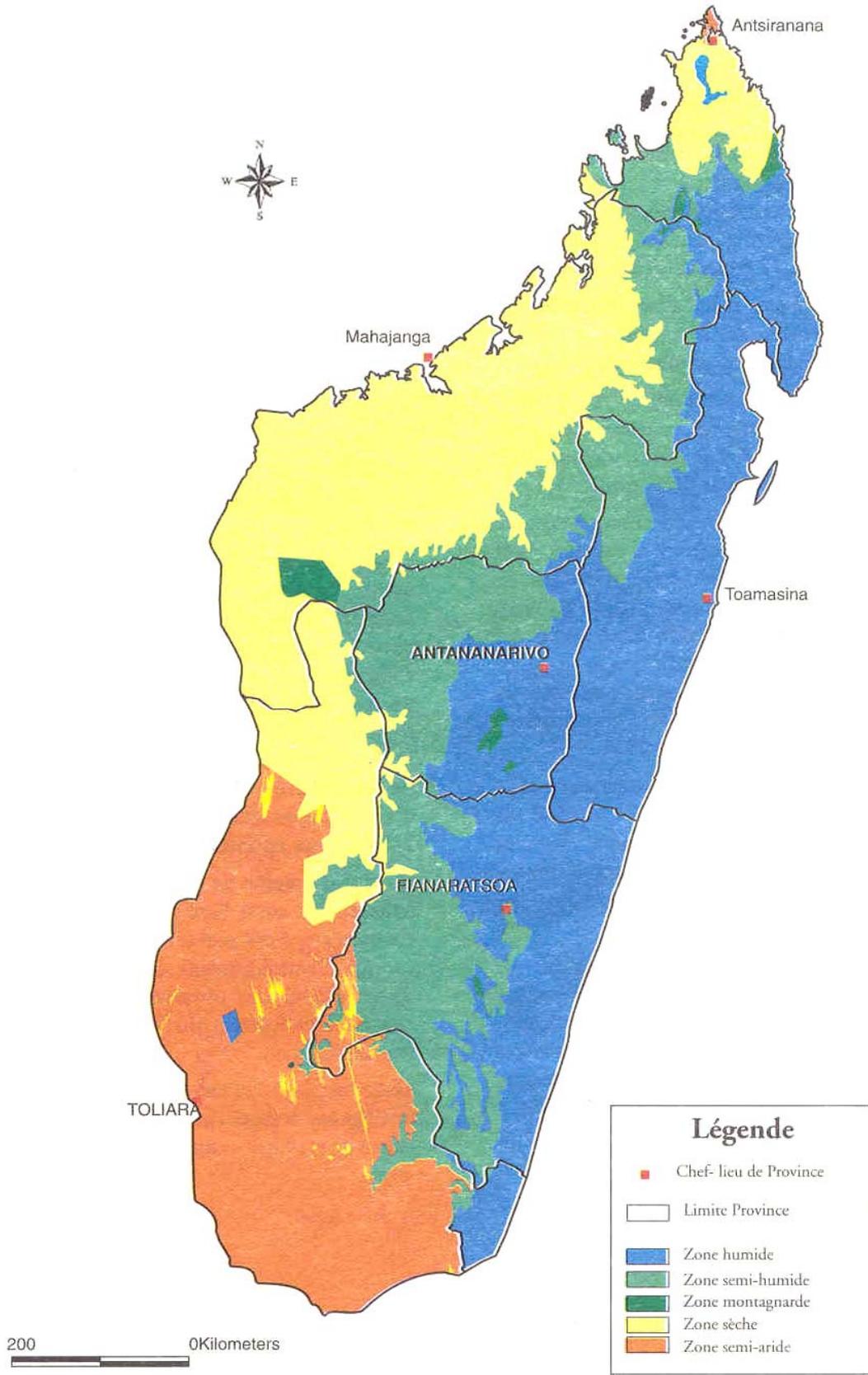
**Dôme à cipolins à Analabebiby (Commune Mahavanona Ambatofinandrahana)**

# ANNEXE II



Carte de divisions phytogéographiques de Madagascar (HUMBERT, 1955)

# ANNEXE III



Carte de divisions bioclimatique de Madagascar (CORNET , 1976)

## ANNEXE IV

- Données météorologiques d'Anketro- Ambatofinandrahana (20° 33' Latitude sud, 46° 48' Longitude Est, 1430m Altitude )

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Dec
Tmin	14,52	13,68	11,9	12,1	10,98	9,06	8,46	7,86	10,52	12,02	11,94	14,54
Tmax	25,38	24,72	24,54	25,46	24,16	22,22	22,20	20,72	25,26	27,16	26,54	26,88
P	384,44	364,74	255,64	85,64	25,50	10,56	9,58	3,24	6,72	69,2	101,4	251,52

**Moyennes des températures et précipitations mensuelles de la région d'Anketro-  
Ambatofinandrahana (1961- 1990)**

**Source : Direction Nationale du Service Météorologique d'Ampanomby.**

Tmin : moyennes des températures minimales mensuelles (° C)

Tmax : Moyennes des températures maximales mensuelles (° C)

P : Moyennes des précipitations mensuelles (mm)



n° colonie	n° rejet	nb de feuilles	longueur			nb infl		infl1				infl2			
			F1 (mm)	F2	F3	jeune	ancien	nb fl	Lt	Ld	F4	nb fl	Lt	Ld	F4
6	1	19	180	370	440	5	4	10	690	310	442	9	700	290	440
	2	13	130	320	460	2	4	9	680	290	465	9	700	300	462
	3	7	120	290	220	0	0								
	4	13	220	425	650	2	2	11	820	370	552	10	730	320	554
	5	7	95	415	664	0	0								
	6	13	105	343	550	2	2								
	7	7	170	460	560	0	0								
	8	12	10	170	250	0	0								
	9	13	11	168	252	0	0								
	10	12	100	400	680	0	0								
	11	5	250	460	600	2	2	12	890	400	602	12	890	420	602
	12	11	290	610	665	2	2	11	840	380	668	10	720	300	667
	13	12	70	380	660	2	4	10	805	310	662	11	840	400	663
	14	13	150	410	650	2	2	11	860	390	860	12	840	410	856
	15	12	100	380	670	2	4	10	830	320	780	12	620	390	635
	16	5	100	390	440	0	0								
	17	9	250	540	590	0	0								
	18	4	210	510	530	0	0								
	19	4	253	330	260	0	0								
	20	7	70	420	590	0	0								
	21	7	25	57	52	0	0								
	22	7	35	56	58	0	0								
	23	8	70	470	670	0	0								
		7	60	445	430	0	0								
7	1	10	80	280	390	1	2	9	670	285	471				
	2	3	60	200	210	0	0								
	3	3	40	140	145	0	0								
	4	11	90	260	357	1	2	8	580	200	360				
	5	6	40	220	350	0	0								
	6	9	170	380	390	1	0	7	580	280	471				
	7	6	90	270	220	0	0								
	8	11	60	200	390	1	2	10	670	26	470				
8	1	7	110	215	232	0	0								
	2	7	123	220	200	0	0								

n° colonie	n° rejet	nb de feuilles	infl3				infl4				infl5			
			nb fl	Lt	Ld	F4	nb fl	Lt	Ld	F4	nb fl	Lt	Ld	F4
6	1	19	11	780	370	451	9	640	280	452	11	720	330	445

Site 2 à Vohibasiana

n° colonie	n° rejet	nb de feuilles	longueur			nb infl	
			F1 (mm)	F2	F3	jeune	ancien
1	1	10	140	290	355	0	2
	2	5	25	150	140	0	0
	3	6	20	85	90	0	0
	4	9	125	420	570	0	2
	5	7	40	370	600	0	0
	6	6	30	380	620	0	0
	7	8	200	520	640	0	0
	8	5	100	460	510	0	0
	9	9	160	330	440	0	0
	10	6	30	300	320	0	0
	11	5	213	450	470	0	0
	12	5	270	455	500	0	0
	13	5	50	300	390	0	0
	14	4	360	370	380	0	0
	15	6	30	290	430	0	0
	16	6	105	510	530	0	0
	17	5	300	55	520	0	0
	18	2	140	150		0	0
	19	6	100	440	400	0	0
	20	5	110	380	500	0	0
	21	4	120	365	390	0	0
	22	5	40	85	450	0	0
	23	4	180	300	310	0	0
	24	5	70	410	490	0	0
	25	6	380	470	500	0	0
	26	5	120	315	330	0	0
	27	7	50	230	420	0	0
	28	6	170	320	430	0	0
	29	7	180	330	350	0	0
	30	5	40	350	410	0	0
	31	5	40	300	330	0	0
	32	6	50	375	330	0	0
	33	4	130	260	260	0	0
	34	4	20	250	260	0	0
	35	3	225	270	235	0	0
	36	4	20	220	245	0	0
	37	2	135	170		0	0
	38	3	55	205	240	0	0
	39	7	170	190	310	0	0
	40	4	130	230	250	0	0
	41	3	20	135	150	0	0
	42	3	120	135	140	0	0
	43	3	150	165	170	0	0
	44	4	20	170	190	0	0
	45	5	30	170	180	0	0
	46	5	30	180	205	0	0
	47	4	30	200	210	0	0
	48	4	20	125	130	0	0
	49	3	110	140	140	0	0
	50	3	140	160	180	0	0

n° colonie	n° rejet	nb de feuilles	longueur			nb infl	
			F1 (mm)	F2	F3	jeune	ancien
	51	5	90	160	170	0	0
	52	4	190	280	290	0	0
	53	4	95	205	250	0	0
	54	5	100	220	215	0	0
	55	2	25	70		0	0
	56	3	20	50	65	0	0
	57	3	40	25	10	0	0
	58	3	30	110	120	0	0
	59	4	160	215	180	0	0
	60	2	85	90		0	0
	61	5	20	300	330	0	0
	62	4	10	100	75	0	0
	63	4	30	100	105	0	0
	64	8	120	300	380	0	0
	65	2	100	115		0	0
	66	5	210	215	200	0	0
	67	7	210	160	270	0	0
2	1	8	140	290	340	1	2
	2	6	40	180	200	0	0
	3	7	130	150	300	0	2
	4	5	170	260	280	0	0
	5	6	140	220	320	0	0
	6	6	100	340	350	1	2
	7	4	60	155	180	0	0
	8	7	50	240	290	0	4
	9	5	210	365	430	0	0
	10	7	140	305	360	0	0
	11	6	270	440	450	0	0
	12	9	210	360	380	0	2
3	1	9	60	265	350	0	0
	2	7	60	270	290	0	0
	3	5	220	320	320	0	0
	4	5	115	250	255	0	0
	5	9	50	300	420	0	2
	6	10	60	220	360	0	2
	7	5	100	250	260	0	0
	8	5	10	100	145	0	0
	9	7	80	310	460	0	0
	10	7	100	280	380	0	0

n° colonie	n° rejet	nb de feuilles	longueur			nb infl	
			F1 (mm)	F2	F3	jeune	ancien
4	1	5	115	240	330	0	6
	2	5	70	250	375	0	0
	3	5	60	155	220	0	0
	4	5	20	185	240	0	2
	5	5	25	245	30	0	0
	6	5	11	310	35	0	2
	7	5	20	265	330	0	4
	8	3	60	130	115	0	0
	9	5	95	150	230	0	0
	10	5	210	350	330	0	0
	11	5	25	210	230	0	0
	12	5	95	240	255	0	0
	13	6	160	190	230	0	0
	14	5	45	270	310	0	0
	15	4	220	280	285	0	0
	16	5	65	240	245	0	0
	17	4	225	184	240	0	0
	18	4	20	155	155	0	0
	19	4	90	145	160	0	0
	20	3	54	70	70	0	0
5	1	7	60	300	350	0	2
	2	8	100	340	390	0	2
	3	9	240	370	390	1	2
	4	6	20	270	525	0	0
	5	2	140	250		0	0
	plt	4	290	330	360	0	0
6	1	8	250	370	390	0	0
	2	5	180	215	220	0	0
7	1	10	140	260	310	0	0
	2	5	40	260	290	0	0
	3	7	90	220	290	0	2
8	1	5	90	280	300	0	0
	2	8	145	295	350	0	2
	3	6	240	380	360	0	0
	4	3	200	270	300	0	0
	5	9	80	240	320	0	2
	6	10	130	265	350	0	2
	7	9	140	280	360	0	2
	8	4	100	110	130	0	0



# ANNEXE VI

## CORTEGE FLORISTIQUE GLOBAL DES SITES D'ETUDE

FAMILLES	GENRES ET ESPECES	NOMS VERNACULAIRES
ACANTHACEAE	<i>Mimulopsis speciosa</i> Bak.	Pesopeso
ANACARDIACEAE	<i>Rhus tarantana</i> (Bak.) H. Perr.	Taratana
APIACEAE	<i>Phellalophium madagascariense</i> Bak.	
ARALIACEAE	<u><i>Cussonia bojerii</i> Seem</u>	Hazotsora
ASTERACEAE	<i>Vernonia sp</i> L.	Ambiaty
	<i>Vernonia brevifolia</i> Less	
BIGNONIACEAE	<i>Phyllarthron bernierianum</i> Seem	
COMBRETACEAE	<i>Terminalia sp.</i>	
COMMELINACEAE	<i>Commelina sp</i> L	Nifin'akanga
CRASSULACEAE	<i>Kalanchoe miniata</i> Hilsenb. & Boj. Ex Tul	Boroana
	<i>Kalanchoe rubulla</i> R. Hamet	
CUNONIACEAE	<i>Weinmannia sp</i> L.	Lalona
DIOSCOREACEAE	<i>Dioscorea hexagona</i> Bak.	Oviala
EBENACEAE	<i>Diospyros myriophylla</i> (H.Perr.) ined	Arivoravina
EUPHORBIACEAE	<u><i>Antidesma petrolare</i></u>	
	<i>Croton sp1</i>	Andriambolafotsy
	<i>Phyllantus tenellus</i> Roxb.	
	<i>Croton sp2</i>	Andriambolamena
	<i>Euphorbia stenoclada</i> H. Bail.	Samanta lahy
	<i>Euphorbia onocladata</i> Drake	Samanta vavy
FABACEAE	<i>Indigofera stenosepala</i> Bak.	Mavoan'ala
	<i>Cadia ellisiana</i> Bak.	
	<i>Desmodium mauritianum</i> D.C.	
HYPERICACEAE	<i>Psorospermum androsaemifolium</i> Bak.	
IRIDACEAE	<i>Aristea cladocarpa</i> Bak.	Kisesidahy
	<i>Gladiolus sp</i> Linn.	
LAMIACEAE	<i>Geniosporum madagascariense</i> Benth.	Romba
	<i>Salvia sp</i> L.	
LAURACEAE	<i>Cassytha filiformis</i>	
	<i>Cryptocarya sp</i> R. Br	

LILIACEAE	<i>Aloe sp.</i>	Vahona
	<i>Aloe capitata var. cipolinicola</i>	Vahona
LOGANIACEAE	<i>Nuxia pseudodentata</i> Gilg.	
LYTHRACEAE	<i>Pemphis acidul</i> Forst	
MALVACEAE	<u><i>Kosteletzka velutina</i></u>	
MENISPERMACEAE	<i>Cissampelos pareira</i> L.	
MONIMIACEAE	<i>Tambourissa purpurea</i> A. DC.	Ambora
MORACEAE	<i>Ficus sp</i> L.	
	<i>Ficus guatteriaefolia</i> Bak.	
MYRSINACEAE	<i>Maesa lanceolata</i> Forssk.	Voarafy
MYRTACEAE	<i>Eugenia jambos</i> L.	
ORCHIDACEAE	<i>Cynorkis flexuosa</i> Lindl.	
	<u><i>Oeceoclades ecalcaratum</i></u>	
	<i>Aerangis cryptodon</i> Schltr.	Soave vavy
	<i>Eulophia tuberculata</i>	Tongolon'ala
	<i>Satyrium rostratum</i> Lindl	
POACEAE	<i>Perotis latifolia</i> Ait.	
	<i>Melinis munitiflora</i> P. Beauv.	
	<i>Aristida rufescens</i> Steud.	
	<i>Heteropogon contortus</i> (L.) P. Beauv.	Danga
	<i>Hyparrhenia rufa</i> (Ness.) Stapf	
POLYGONACEAE	<i>Oxygonum tristachyum</i> (Bak.) H. Perr	
RANONCULACEAE	<i>Clematis mauritiana</i> Raunk	
RHAMNACEAE	<i>Gorania mauritiana</i> Lam.	
RUBIACEAE	<i>Canthium sp</i> L.	
RUTACEAE	<i>Vepris sp</i> A. Juss	
SAPINDACEAE	<i>Filicium decipiens</i>	Jirofo
SARCOLAENACEAE	<i>Sarcolaena oblongifolia</i> Thou.	Voandrozona
SOLANACEAE	<i>Solanum incanum</i> Linn.	Voapoana
STERCULIACEAE	<i>Dombeya apikyensis</i> J.A.	
TILIACEAE	<i>Grewia sp</i> L.	Afotsokona
VACCINACEAE	<i>Vaccinium emirnense</i> Hook.	Hazovokoka
VERBENACEAE	<i>Clerodendrum sp</i> L.	
VITACEAE	<i>Cissus sp</i> L.	

## ANNEXE VII

### Milieux de culture utilisés pour les semis des graines d'*Angraecum longicalcar*

#### A- Milieu de J. van Waes

- **Macroéléments :**

- Phosphate monopotassique  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  300mg
- Sulfate de magnésium  $\text{MgSO}_4$  100mg
- Tartrate de fer  $\text{Fe}(\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6)_3$  28mg

- **Microéléments:**

- Sulfate de manganèse  $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  25mg
- Acide borique  $\text{H}_3\text{BO}_3$  10mg
- Sulfate de zinc  $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  10mg
- Molybdate de sodium  $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  1mg
- Sulfate de Cuivre  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  0,1mg
- Sulfate de cobalt  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  0,1mg

- **Sucres :**

- Sucre en poudre 20g

- **Gel :**

- Phytigel 6g

- **Eau distillée**

1 litre

- **Autres :**

▪ **Régulateurs de croissance :**

- Hydrolysate de caséine 500mg
- Glutamine L 100mg
- Glycine L 2mg

▪ **Vitamines :**

- Myo- inositol 600mg
- Acide nicotinique 5mg
- Thyamine- Hcl 0,5mg
- Pyridoxine- Hcl 0,5mg
- Biotine 0,05mg
- Acide folique 0,5mg

PH :5,8

## B- Milieu Vacin et Went

- **Macroéléments :**
  - Nitrate de potassium  $\text{KNO}_3$  525mg
  - Sulfate d'ammonium  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  500mg
  - Monophosphate de potassium  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  250mg
  - Sulfate de magnésium  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  250mg
  - Phosphate tricalcique  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  200mg
  - Tartrate de fer  $\text{Fe}_2(\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  28mg
- **Sucres:**
  - Sucre en poudre 20mg
- **Eau distillée :** 850ml
- **Phytigel :** 9g
- **Autres :**
  - Charbon de bois actif : 2g
  - Eau de coco : 150ml

PH : 5,7

## C- MILIEU DE MURASHIGE et SKOOG

- **Macroéléments :**
  - Nitrate de potassium  $\text{KNO}_3$  1900mg
  - Nitrate d'ammonium  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  1650mg
  - Chlorure de calcium  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  440mg
  - Phosphate monopotassique  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  170mg
  - Sulfate de magnésium  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  370mg
  - Tartrate de fer  $(\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  28mg
- **Microéléments :**
  - Sulfate de manganèse  $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  2,23mg
  - Sulfate de zinc  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  8,6mg
  - Acide borique  $\text{H}_3\text{BO}_3$  6,2mg
  - Iodure de potassium KI 0,83mg
  - Molybdate de sodium  $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  0,25mg
  - Sulfate de cuivre  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  0,025mg
  - Chlorure de Cobalt  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  0,025mg
- **Sucres :**
  - Sucre en poudre 20mg
- **Eau distillée :** 1l
- **Phytigel :** 9g

**-Autres :**

**i. Vitamines :**

-Myo-inositol	100mg
-Acide nicotinique	0,5mg
-Pyridoxine Hcl	0,1mg
-Thyamine Hcl	0,1mg

**ii. Régulateurs de croissance :**

-Glycine	2mg
-Acide indolacétique AIA	30mg
-Kinétine	10mg
- Charbon de bois actif	1g
- Pulpe de banane	50g

PH : 5,7

**D- MILIEU PHYTAMAX**

- Phytamax (milieu préfabriqué sous- forme de poudre) : 25g
- Charbon de bois actif 2g
- Phytigel 9g
- Eau distillée 1l

PH : 5,8

**ANARANA: RAJAOVELONA**  
**FANAMPIN'ANARANA: Landy Rita**

**FIKAROHANA MIKASIKA NY VONDRONA SY NY FANANAHAN'NY HAZOMIAVONA:**  
***Angraecum longicalcar* (Bossier) Senghas (ORCHIDACEAE) (Soave) tany Ambatofinandrahana.**

## **FAMINTINANA**

Zavamaniry dia malagasy antsoin'ny mponina any Ambatofinandrahana hoe “ Soave” ny *Angraecum longicalcar*. Isan'ireo zava- maniry ao anaty lisitra CITES II izy io, ary voalazan'ny UICN fa efa ho lany tamingana eto amintsika.

Ny fanisana ny zanaka Soave, ny vatombatony ary ireo lehibe efa manome voniny sy ny tontolon'ny fananahan'io voninkazo io, ireo no fikarohana sy fandalinana nataonay.

Toerana iray any Ambatofinandrahana tao amin'ny fokontany Mahavanona no nahitana an'io *Angraecum longicalcar* io. Teny an- tampon- kavoana telo samy misy “ marbre” tsy dia mifanalavitra no aniriany. Ny 34 amin'ireo singana Soave 223 misy eny an- toerana ihany no efa matoy sy afaka mamony.

Ny voniny miloko fotsy, ny fantsony lava mitahiry ranomamy, ny fofony mamerovero amin'ny alina sy maraina vao mangiran- dratsy, dia ahafahana milaza fa samoina tsy mbola fantatra manana lela mitovitovy hahalavana amin'ny fantson'ilay voninkazo no mamindra ny lahim- bony eo amin'ny vavim- bony.

Ny famindrana amin'ny alalan'ny tânana ny lahim- bony eo amin'ny vavim- bonin'ny Soave nataonay dia nanome voany tsara toy ny fananahana ara- voajanahary. Manaporofa izany fa mifameno tsara ny lahim- bony sy ny vavim- bonin'ny Soave, na samy tamin'ny vony iray na avy tamin'ny vony samihafa.

Manarak'izany, ny fambolena andrana tanaty “Fitaratra” nataonay dia nampiseho fa ny voany azo tamin'ny lahim- bony sy vavim- bony avy amin'ny vony samihafa no mora mitsimoka kokoa.

Toy ny voly anaty fitaratra rehetra dia nampiasa sira, siramamy, rano tsy misy “sokay”, ary agar izahay. Ny fanampiana potika harina, potik'akondro, ranona voanio sy otrik'aina samihafa tamin'ny voly andrana nataonay dia vao maika manatsara sy manafaingana ny fitsimok'ireo voan'ny Soave.

Koa, ho fitandroana sy fiarovana ireo *Angraecum longicalcar* izay harem- pirenentsika nefa mihalany tamingana dia manolotra soson- kevitra izahay ny hanaovana io toerana haniriany ao Mahavanona- Ambatofinandrahana io ho isan'ny valan- java- maniry voaaro ara- panjakana.

### **Teny ampiasaina matetika:**

Ambatofinandrahana, Orchidaceae, toetry ny vondron'ny Soave, famindrana ny lahim- bony eo amin'ny vavim- bony, Fitsirian'ny voan'ny Soave, voly anaty fitaratra

**Mpampianatra:** Dr Elisabeth RABAKONANDRIANINA (Université d'Antananarivo)  
Dr David ROBERTS (Royal Botanic Gardens)

**NOM:** RAJAOVELONA

**Prénoms:** Landy Rita

**ETUDE DE LA STRUCTURE DE LA POPULATION ET ECOLOGIE DE LA REPRODUCTION DE L'ESPECE MENACEE D'EXTINCTION *Angraecum longicalcar* (Bossier) Senghas (ORCHIDACEAE) dans la région d'Ambatofinandrahana.**

**RESUME**

L'espèce *Angraecum longicalcar*, une orchidée endémique malgache est actuellement en voie d'extinction. Elle est inscrite dans la liste des espèces menacées de l'UICN et fait partie des plantes de l'Annexe II de la Convention CITES. Notre étude consiste à évoluer la structure de la population et à analyser l'écologie de la reproduction de cette espèce. Elle a été entreprise dans le Centre- Ouest de Madagascar, dans la localité de Mahavanona, à environ 10km au Sud- Est de la ville d'Ambatofinandrahana. La plante est lithophyte, elle vit sur des collines formées de substrats rocheux calcaires appelés cipolins. Elle a été uniquement rencontrée sur trois collines. Elle forme une seule population très jeune avec seulement 34 rejets adultes matures parmi 223 rejets.

La couleur blanche, la présence d'un éperon long et l'émission de parfum pendant la nuit des fleurs d'*Angraecum longicalcar* montrent que la pollinisation est nocturne et serait assurée par un Sphingidae non encore identifié ayant une longue trompe de taille semblable à celle de l'éperon de la fleur. Les tests d'autopollinisation et de pollinisation croisée manuelles ont donné de fruits normaux. L'espèce est donc auto- compatible. Le faible taux de transfert de pollinies explique la rareté des insectes pollinisateurs dans les sites de l'espèce.

Les tests de germination in- vitro asymbiotique des graines d'*Angraecum longicalcar* montrent que le taux et la vitesse de germination des graines des fruits issus de la pollinisation naturelle et ceux de la pollinisation croisée artificielle sont meilleurs par rapport à ceux des fruits issus de l'autopollinisation. Les milieux de culture de J. van Waes et de Vacin et Went sont beaucoup plus favorables pour la germination asymbiotique des graines de la plante. Le milieu Phytamax et celui de Murashige et Skoog sont moins efficaces.

A l'heure actuelle, la multiplication in- vitro constitue un meilleur moyen de sauvegarder la plante. D'autres recommandations ont été proposées afin de sauvegarder la plante dans son milieu naturel comme l'institution en aires protégées des surfaces où l'espèce se trouve.

**Mots clés:** Ambatofinandrahana, Orchidaceae, structure de la population, pollinisation, germination, *Angraecum longicalcar*, culture in- vitro.

**ENCADREUR:** Docteur Elisabeth RABAKONANDRIANINA  
Docteur David ROBERTS

**Last name:** RAJAOVELONA

**First name:** Landy Rita

**POPULATION STRUCTURE AND REPRODUCTIVE BIOLOGY OF A THREATENED SPECIES *Angraecum longicalcar* (Bossler) Senghas (ORCHIDACEAE) in Ambatofinandrahana**

**ABSTRACT**

The population structure and pollination biology of *Angraecum longicalcar*, an endemic epilithic orchid, was studied on the marble rocky hills in Ambatofinandrahana, west-central Madagascar. The species is highly threatened and has been listed as critically endangered according to the IUCN Red List Criteria. In addition, it is on Appendix II of CITES, which controls international trade.

Only one population of *Angraecum longicalcar* with three sub-populations was found on three hills with marble around Mahavanona, 10km South-eastern of Ambatofinandrahana. 34 reproductive shoots, 189 young shoots and 02 seedlings were recorded. Suggesting that recruitment from seed is low.

The large white colour flowers with a long-floral spur, fragrant at night indicate moth-pollination. Long-tongued Sphingidae may pollinate *Angraecum longicalcar*.

Breeding-system experiment established that self and cross-pollination by hand produced fruits and that species is self-compatible species. Low pollination removal and low natural fruit set were the result of pollinator-pollination. The loss of pollinators is likely caused by anthropogenic environmental degradations including bush-fire and deforestation.

Asymbiotic seed in-vitro-germination of fruits from natural (36,4% for the first experience, 98% for the second experience) and cross-pollination (32,2% and 96,8%) gave high germination rate than fruits from self-pollination (31,2% and 51,2%). The J. van Waes (45,5%, 96,2%) and Vacin and Went medium (42,5% and 94,6%) was better for *Angraecum longicalcar* seed germination than Phytamax (11%, 90%) and Murashige and Skoog medium (4%, 37,5%).

The in-vitropropagation is the best way for protecting this species. Other possible solutions are recommended for the conservation of *Angraecum longicalcar* in its natural ecosystem as areas legal protection.

**Key words:** Ambatofinandrahana, Orchidaceae, population structure, pollination, seed germination, vitropropagation, *Angraecum longicalcar*.

**SUPERVISOR:** Doctor Elisabeth RABAKONANDRIANINA  
Doctor David ROBERTS

**NOM:** RAJAOVELONA  
**Prénoms:** Landy Rita



## **ETUDE DE LA STRUCTURE DE LA POPULATION ET ECOLOGIE DE LA REPRODUCTION DE L'ESPECE MENACEE D'EXTINCTION *Angraecum longicalcar* (Bossier) Senghas (ORCHIDACEAE) dans la région d'Ambatofinandrahana.**

### **RESUME**

L'étude de la structure de la population et l'écologie de la reproduction de l'espèce *Angraecum longicalcar*, une orchidée endémique malgache est entreprise dans le Centre- Ouest de Madagascar, localité de Mahavanona, à environ 10km au Sud- Est de la ville d'Ambatofinandrahana. La plante est lithophyte sur des collines formées de substrats rocheux calcaires de cipolins. La population d'*Angraecum longicalcar* est formée de trois sous- populations constituées de 34 rejets adultes matures parmi 223 rejets et deux plantules.

La couleur blanche, la présence d'un éperon long et l'émission de parfum pendant la nuit des fleurs d'*Angraecum longicalcar* montrent que la pollinisation est nocturne et serait assurée par un Sphingidae non encore identifié ayant une longue trompe de taille semblable à celle de l'éperon de la fleur. Les tests d'autopollinisation et de pollinisation croisée manuelles ont donné de fruits. L'espèce est donc auto- compatible. Le faible taux de fructification 1,48% exprime la rareté des insectes pollinisateurs dans les sites d'étude.

Le taux de germination chez *Angraecum longicalcar* est de 29,4% pour le premier essai et 81% pour le second essai. La germination des graines des fruits issus de la pollinisation naturelle (36,4% et 98%) et des graines des fruits issus de la pollinisation croisée (32,2% et 96,8%) est meilleure que celle des graines des fruits issus de l'autopollinisation. Les milieux de culture de J. van Waes et de Vacin et Went sont favorables (45,5%, 96,2% et 42,5%, 94,6%) pour la germination asymbiotique des graines de la plante. Le milieu Phytamax et celui de Murashige et Skoog (11%, 90% et 4%, 35,7%) sont peu efficaces.

**Mots clés:** Ambatofinandrahana, Orchidaceae, structure de la population, pollinisation, germination, *Angraecum longicalcar*, culture in- vitro.

**ENCADREUR:** Docteur Elisabeth RABAKONANDRIANINA  
Docteur David ROBERTS