

UNIVERSITE DE KISANGANI
FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE L'ÉCOLOGIE
ET DE GESTION DES RESSOURCES
ANIMALES ET VÉGÉTALES

**LES LEGUMES TRADITIONNELS : PERSPECTIVE
DE LA RECHERCHE SUR LA
DOMESTICATION ET PERENNISATION DE LEURS
PRODUCTIONS.**

**Cas de *Megaphrynium macrostachyum* (Benth) Milne-
Redh**

Par

Ir. Jean Faustin NGAMA BOLOY



Mémoire

Présenté en vue de l'obtention de
diplôme d'Etudes Approfondies (DEA)
en **Gestion de la Biodiversité**

Promoteur: Prof. **Leopold DJELE**

Copromoteur: Prof. **Nathan
NYONGOMBE**

Année académique 2006 - 2007

AVANT-PROPOS

Au seuil de ce travail, nous tenons à remercier tous ceux qui, de loin et près, ont contribué à notre formation de diplôme d'études approfondies (DEA) en gestion de la biodiversité. Nous songeons particulièrement à Monsieur le Professeur Léopold NDJELE promoteur de ce travail et le professeur Fernand Nathan NYONGOMBE co-promoteur de notre mémoire. Qu'ils veuillent bien accepter nos sentiments de profonde gratitude.

Notre reconnaissance s'adresse à Monsieur le Professeur Benoît DHED'A, Secrétaire général Académique de l'IFA Yangambi. Les facilités matérielles qu'il nous a offertes et la documentation mise à notre disposition, nous ont été très précieuses.

Le gouvernement du Royaume de la Belgique mérite notre profonde gratitude pour nous avoir accordé la bourse d'études et de recherche, afin de réaliser ce travail. Nous mentionnerons ici particulière l'attention bienveillante de la part de professeur Jean LEJOLY de l'Université libre de Bruxelles, pour l'appui efficace à l'obtention de la bourse d'études.

Nous ne saurons oublier notre chère épouse Martine LISUNGI, qui nous a sans cesse encouragé à persévérer les difficultés matérielles et morales. Enfin, la famille Tina EMUNGO mérite les reconnaissances les plus profondes de notre part.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
1. Problématique.....	1
2. Hypothèse.....	2
3. Objectifs.....	2
3.1. Objectif global.....	2
3.2. Objectif spécifique.....	3
4. Base du choix de l'espèce.....	3
5. Etudes antérieures sur les Marantaceae.....	4
6. Statut systématique de l'espèce.....	5
6.1. Généralités.....	5
6.2. Systématique des Maranthaceae.....	6
CHAPITRE PREMIER : MILIEU D'ETUDE.....	7
1.1 Localisation.....	7
1.2 Climat.....	7
1.3 Sol et Végétation.....	8
CHAPITRE DEUXIEME : MATERIEL ET METHODE.....	9
2.1. Matériel biologique.....	9
2.2. Méthode.....	9
2.2.1. Dispositif expérimental.....	9
2.2.2. Techniques culturales	9
2.2.2.1. Préparation du terrain	9
2.2.2.2. Conditionnement de matériel de multiplication.....	10
a. Principe de multiplication.....	10
b. Obtention des plants de semis.....	10
c. Préparation des éclats de souche.....	11
d. Plantation	11
e. Soins culturaux	12
1. Sarclage.....	12
2. Binage.....	12
3. Remplacement.....	12
4. Protection du sol.....	13
2.2.3. Observations.....	13
2.2.3.1. Paramètres édaphiques.....	13
2.2.3.2. Paramètres biologiques.....	14
1. La reprise.....	14
2. La hauteur des plants.....	14
3. Le diamètre au collet.....	14
4. La vigueur des plants.....	14
5. La surface foliaire.....	14
6. Le nombre de pousses par touffe.....	15
7. La durée de vie des feuilles.....	16
8. La durée de vie de la plante.....	17
CHAPITRE TROISIEME : RESULTATS.....	18
3.1. Effet de la domestication sur la croissance du <i>Megaphrynium macrostachyum</i>	18
3.1.1. Hauteur des plants.....	18
3.1.2. Diamètre au collet.....	21

3.1.3. Surface foliaire.....	23
3.1.4. Corrélation entre les paramètres biologiques de croissance hauteur- diamètre au collet.....	23
3.1.5. Analyse des variances.....	25
CHAPITRE QUATRIEME : DISCUSSION	26
4.1. Comparaison des caractéristiques biologiques de croissance étudiées avec d'autres auteurs.....	26
4.1.1. Hauteur des plants.....	26
4.1.2. Diamètre au collet.....	27
4.1.3. Surface foliaire.....	27
4.2. Corrélation entre les paramètres biologiques de croissance Hauteur- Diamètre au collet.....	28
4.3. Analyse de variance.....	28
CONCLUSION.....	29
Références bibliographiques.....	30
ANNEXES	

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

TABLEAUX

Tableau 1 : Données climatiques durant la période de l'essai.....	7
Tableau 2 : Paramètres édaphiques du sol de l'essai.....	13
Tableau 3 : Paramètres biologiques observés durant l'essai.....	16
Tableau 4 : Analyse de la hauteur des plants du <i>Mégaphrynium macrostachyum</i> enregistrée au cours de l'essai.....	18
Tableau 5 : Analyse de diamètre final au collet des plants de <i>Megaphrynium</i> <i>macrostachyum</i> sous culture.....	21
Tableau 6 : Corrélation entre les paramètres biologiques : Hauteur-diamètre au collet du <i>Megaphrynium macrostachyum</i>	23
Tableau 7 : Table de variance	25
Tableau 8 : Caractéristiques des paramètres biologiques de croissance comparées avec d'autres auteurs.....	26

FIGURES

Figure 1 : Plants de <i>Megaphrynium macrostachyum</i> sous culture.....	2
Figure 2 : Division de souche de Rhizome de <i>Megaphrynium macrostachyum</i>	3
Figure 3 : Jeunes pousses du <i>Megaphrynium macrostachyum</i> (partie comestible).....	4
Figure 4 : Variation climatique durant la période de l'essai.....	8
Figure 5 : Distribution des classes de hauteur du <i>Megaphrynium macrostachyum</i>	20
Figure 6 Distribution des classes de diamètre au collet du <i>Megaphrynium</i> <i>Macrostachyum</i>	22
Figure 7 : Relation entre la hauteur et le diamètre au collet du <i>Megaphrynium</i> <i>Macrostachyum</i>	24

RESUME

Les produits végétaux : fruits, légumes sauvages, champignons offrent cependant tout au moins aux populations des régions forestières un appoint non négligeable surtout par sa qualité.

En République Démocratique du Congo, dans les villages situés dans l'aire de la forêt tropicale humide, les Marantaceae sont plus utilisés dans l'alimentation (légumes et fruits), dans la construction des maisons (feuilles et tiges) ou l'emballage (feuilles) d'une part, et d'autre part, ces plantes constituent la nourriture de beaucoup d'animaux, surtout de grands mammifères.

En outre, le *Megaphrynium macrostachyum* joue un rôle important dans l'alimentation de certaines populations et peut générer des revenus.

Il existe à ce jour très peu de connaissances sur la nature et l'importance de cette ressource forestière comestible. Les techniques de récolte et de commercialisation ou leur apport dans la lutte contre la pauvreté et la malnutrition ne sont pas connues de manière exacte.

Toutefois, il est question de déterminer de manière plus exacte leur circuit de commercialisation, les techniques de récolte et de production, tout en tenant compte des exigences en terme de besoins économiques et de durabilité écologique.

Ce travail réalisé dans le cadre de programme de formation de DEA (Diplôme d'Etudes Approfondies) en gestion de la Biodiversité s'inscrit donc dans le but principal de la domestication du *Megaphrynium macrostachyum* en vue de déterminer son introduction dans les techniques de production légumière en jardinage.

A la suite de cette étude, il apparaît que la domestication du *Megaphrynium macrostachyum* sous culture a donné des résultats intéressants en ce qui concerne la reprise et les paramètres biologiques de croissance.

Compte tenu des dimensions atteintes à dix-huit mois de culture, nous pensons que la taille escomptée (4m de hauteur et 3.5cm de diamètre) pourra être obtenue avec le temps que la culture mettra.

INTRODUCTION

La forêt est depuis fort longtemps reconnue comme étant une source de biens et services nécessaires à l'homme pour sa survie. Cela peut être de manière directe à travers la récolte de biens d'œuvres, viandes de brousse, légumes et de nombreux matériaux de construction ainsi que d'objets utilisés lors des cérémonies culturelles. Cela peut également être de manière indirecte puisque l'homme récolte ces ressources afin de les commercialiser et d'en obtenir des moyens financiers de subsistance et d'épanouissement social. (FAO, 2007)

Durant des décennies l'attention de ceux qui ont géré les forêts tropicales, que ce soient les états ou les populations rurales, s'est focalisée sur le bois en tant que source de revenus et sur le gibier comme source d'aliment (FAO,2007).

Parmi les ressources encore peu reconnues mais très utilisées par certaines communautés, le *Megaphrynium macrostachyum* (Benth) est consommé en grande quantité dans la ville de Kisangani.

1. PROBLEMATIQUE

Au cours de ces dix dernières années, les ressources forestières ligneuses ont fait l'objet d'innombrables travaux de recherche. Cependant, la quasi-totalité de ces travaux s'est préoccupée des produits ligneux tel que le *Gnetum africanum*, *Pansynistalia spp.*, *Ricinodendron hedelotti*, *Irvingia spp.*, etc, en oubliant tant d'autres tels que *Megaphrynium macrostachyum*. Cette espèce joue un rôle important dans l'alimentation de certaines populations et peut générer des revenus.

Il existe à ce jour très peu de connaissance sur la nature et l'importance de ressources forestières comestibles. Les techniques de récolte et de commercialisation ou leur apport dans la lutte contre la pauvreté et la malnutrition ne sont pas non plus connues de manière exacte.

2. HYPOTHESE

Les ressources forestières non ligneuses autres que les gibiers sont reconnues comme améliorant considérablement les conditions de vie des populations rurales et les économies rurales périurbaines. Actuellement, il est impossible de quantifier la consommation et encore moins d'évaluer la durabilité des récoltes, de la commercialisation et de la consommation de ces ressources (FAO, 2007).

Il est de plus en plus question de diversifier les espèces procurant des aliments et des revenus ; déterminer de manière plus exacte ces espèces, leurs circuit de commercialisation, les techniques de collecte, tout en tenant compte des exigences en terme de besoins économiques et de durabilité écologique (FAO, 2007).

L'hypothèse globale de cette étude peut être formulée de la manière suivante : la mise au point de certaines techniques culturales permettrait de produire le *Megaphrynium macrostachyum* en conditions de jardinage.

3. OBJECTIFS

3.1. Objectif global

La domestication de *Megaphrynium macrostachyum*



Fig.1 Plant de *Megaphrynium macrostachyum* sous culture, 2007

3.2. Objectif spécifique

L'objectif spécifique de ce travail est la mise au point des techniques culturales pour la production du *Megaphrynium macrostachyum*.



Fig.2 Division de souche de rhizome de *Megaphrynium macrostachyum*

4. BASE DU CHOIX DE L'ESPECE

Lorsqu'on fait des recherches sur les forêts tropicales africaines, on remarque que dans certaines forêts ou des formations secondaires, les Marantaceae constituent parfois la majorité des espèces de la strate herbacée (DHETCHUVI, 1996)

Dans les villages situés dans l'aire de la forêt tropicale humide, les marantaceae sont fort utilisées, que ce soit dans l'alimentation (feuilles et tiges) et dans divers autres usages comme la vannerie (tiges) ou l'emballage (feuilles)



Fig. 3 Jeunes pousses du *Megaphrynium macrostachyum* (parties comestibles), 2007

L'inventaire des espèces utiles aux populations, souvent contraintes à recourir uniquement aux produits de la forêt avoisinante, s'avère indispensable. D'autre part, ces plantes constituent la nourriture de beaucoup d'animaux, surtout des grands mammifères. Leur recensement et l'étude de l'autoécologie des espèces constituent un fait important permettant de connaître les espèces consommées et leur disponibilité.

5. ETUDES ANTERIEURES SUR LES MARANTACEAE

En Afrique, presque la moitié de l'aire de la forêt dense humide, autrement dit l'aire des marantaceae se retrouve au Zaïre (WHITE, 1983). DIETCHUVI (1996) en réalisant son travail sur les marantaceae a voulu identifier ce patrimoine en vue de sa rentabilisation effective. Ce dernier a réalisé une collecte de données dans le parc national de Salonga.

De nombreuses observations ainsi effectuées sur les marantaceae du Gabon ont été, en partie, rentabilisées sous forme d'articles publiés dans le cadre de la contribution à la connaissance de cette famille en Afrique centrale (DIETCHUVI, 1995, 1996a et 1996b). Quant aux études antérieures, les marantaceae africaines ont été traitées seulement dans la flore tropicale de l'Afrique de l'Est et centrale (MILNE-REDHEAD, 1950 et 1952).

L'allusion faite aux marantaceae africaines commence par BENTHAM et HOOKER (1883) dans "Genera plantarum" quand ils décrivent quatre tribus des Scitamineae pour l'Afrique: Canneae, Maranteae, Muscae et Zingibereae. Chez les maranteae, ils citent cinq genres pour l'Afrique: Calatheae G.F.W. Mey, *Clinogyne purpurea*, *Phrynium textile* et *Trachyphrynium violaceum*.

SCHUMANN (1893) a décrit les marantaceae africaines, en introduisant deux nouveaux genres: *Hybophrinium* K.Schum et *Donax* Lour. DURAND et al (1896) font une première liste des marantaceae pour la flore du Zaïre. PETERSEN (1889) subdivise les marantaceae en deux tribus: les Phrynidae Peter et les Marantae Peter. En 1898, BAKER rédige la flore des Scitamineae pour l'Afrique et il décrit 6 genres et 38 espèces.

LEJOLY J. (2005) convient avec plupart d'auteurs pour dire que les marantaceae renferment 30 genres et 350 espèces.

6. STATUT SYSTEMATIQUE DE L'ESPECE

6.1. Généralités

Le *Megaphrynium macrostachyum* appartient à la famille des marantaceae et se positionne dans la classe des Liliopsida (= monocotylédones) divisée en trois ensemble qui constituent les grands phylum de base (= lignées évolutives); chacune de ces entités est individualisée par la convergence d'un certain nombre de caractères communs (LEJOLY. J, 2005).

Les monocotylédones seraient apparues au crétacé supérieur (Albien-Cenomanien : 100 millions d'années). Elles seraient issues d'un tronc protomagnoliidien des plantes ligneuses à vaisseaux imparfaits. L'état herbacé, la néoténie et l'absence d'assise libéro-ligneuse (cambium) seraient des réductions secondaires.

La plupart des auteurs regroupent classiquement les monocotylédones dans trois ensembles suivants (LEJOLY.J, 2005) :

- une lignée archaïque ;
- un ensemble lilialien, réservé aux Liliales et à leurs alliés ;
- une lignée comelinidienne, regroupant le reste de monocotylédones et ayant valeur de sous-classe (= comelinidae).

La classe des Liliopsida comprend 10 ordres, 92 familles et environ 55 000 espèces.

6.2. Systématique des Marantaceae.

Les Marantaceae renferment 30 genres et 350 espèces. Ce sont les herbes rhizomateuses à feuilles distiques présentant un caluce (petite portion d'axe situé entre la gaine et le limbe permettant un mouvement nyctémérique de redressement du limbe : redressement au crépuscule et abaissement au lever du jour) (LEJOLY. J ; 2005)

CHAPITRE PREMIER. MILIEU D'ETUDE

1.1. LOCALISATION

La présente étude est conduite au plateau médical (site de l'IFA), à Kisangani. Les coordonnées géographiques de la station sont : 25°52' longitude Est et 0°40' Latitude Nord. L'altitude moyenne est de 393m.

1.2. CLIMAT

Le climat de Kisangani selon DE MARTONE est du type Af de la classification de KÖPPEN. C'est donc un climat chaud et humide avec une moyenne annuelle de température de l'ordre de 24°C et une humidité variant de 80 à 90%. Les précipitations annuelles moyennes enregistrées sont d'environ 1885mm (CRABBE et al, 1971). Les données climatiques enregistrées durant l'essai figurent dans le tableau 1.

Tableau 1 : données climatiques durant la période de l'essai 2006 – 2007.

Mois	température(°C)			Précipitation	
	Maximum	Minimum	Moyenne	hauteur (mm)	jours de pluies
mars-06	30,4	21,3	25,7	166,8	12
avr-06	30,7	21,1	25,9	145,7	8
mai-06	30	20,8	25,4	278,9	12
juin-06	30,7	21,1	25,9	143,5	6
juil-06	30	21	25	199,6	8
août-06	30,2	20,1	25,2	168,2	8
sept-06	29,2	20,9	25,1	220	9
oct-06	30,4	20,7	25,6	229,2	11
nov-06	29	21,3	25,2	318,9	14
déc-06	29,2	21,2	25,2	39,2	4
janv-07	32	20,6	26,3	18,6	2
févr-07	31,1	21,3	26,2	134,7	6
mars-07	32	20,5	26,2	86,1	7
avr-07	30,3	21	25,6	168,3	12
mai-07	33,5	20,3	26,8	255,6	8
juin-07	31,2	21,4	26,3	77	6
juil-07	30,6	20,7	25,6	139,3	8

Sources : IFA Yangambi-Kisangani, Département de Phytotechnie 2006-2007

1.3. SOL ET VEGETATION

Dans l'enceinte de l'IFA à Kisangani, le sol révèle une texture argilo-sableuse, une structure grumeleuse, un drainage excessif et une couleur noire.

Le site est colonisé par les espèces végétales suivantes : *Musanga cercopioïdes*, *Harungana madagascariensis*, *Raphia spp*, *Arconea cordifolia* et *Rauwolfia vomitoria*.

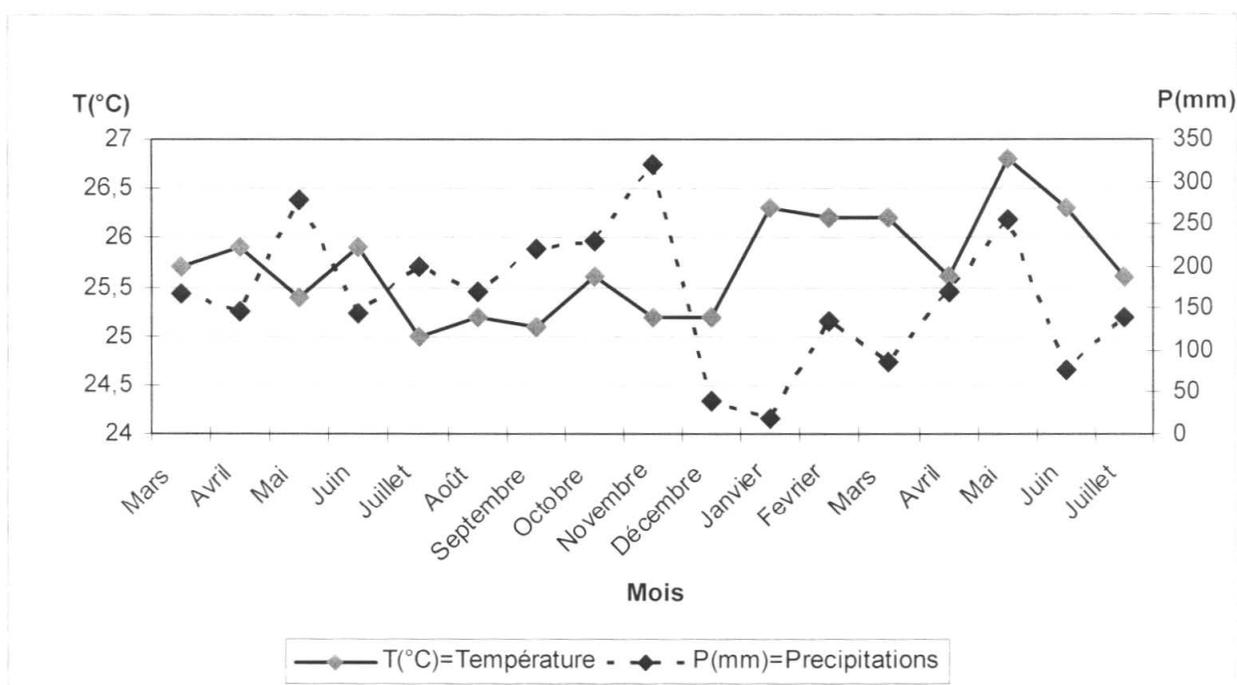


Fig 1 : Variations climatiques durant la période de l'essai 2006-2007

CHAPITRE DEUXIEME. MATERIEL ET METHODE

2.1. MATERIEL BIOLOGIQUE

Le *Megaphrynium macrostachyum* a servi de plante test. Selon KEW, cité par DHETCHUVI (1997) cette espèce présente des caractéristiques suivantes :

- Herbes à rhizome linéaire et robuste émettant des pousses aériennes dressées, terminées par une feuille et une inflorescence ;
- la base de la tige est entourée par de gaine aphyllé ;
- le limbe largement elliptique à largement ovale, arrondi à la base puis atténué juste avant le raccord, acuminé au sommet généralement de grande taille ;
- passage du pétiole au callus continu, du callus à la nervure médiane continue à la face inférieure et marqué par un bec en forme de V à la face supérieure.

2.2. METHODE

2.2.1. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est celui de la répétition au hasard dans un bloc homogène. A l'intérieur de chaque bloc, deux parcelles de dimensions identiques sont délimitées. Chaque parcelle comprend 60 plants issus des rhizomes, sans bordure, mais chacune d'elle est séparée des parcelles voisines par un espacement libre.

2.2.2. Techniques culturales

2.2.2.1. Préparation du terrain

La végétation est fauchée et mise en andains. Le terrain reçoit d'abord un labour destiné à dessoucher, à favoriser la levée des graines se trouvant en surface, à provoquer la décomposition d'une partie de la matière organique. Un deuxième labour, plus profond est effectué peu avant la plantation. Tous les reliefs ligneux sont enlevés et ajoutés aux andains.

Le labour était suivi d'un travail d'ameublissement du sol, qui consistait à briser les mottes à l'aide de trident. Après nivellement du terrain, celui-ci fut délimité et divisé en parcelles expérimentales.

2.2.2.2. Conditionnement de matériel de multiplication

a. principe de multiplication.

Le *Megaphrynium macrostachyum* se multiplie soit par éclat de souche soit par graine. Les graines sont obtenues sur des capsules dont les reliefs des corolles, dénichés se détachent aisément d'un coup de pouce.

Les capsules doivent avoir acquis une teinte jaune-paille à brun plus ou moins foncée. Si une partie de la capsule est encore verte, les graines ne sont pas mûres, même si certaines d'entre elles sont brun-noirâtre. Les graines bien pleines sont de meilleure qualité. Si les enveloppes sont vides, il n'y a aucun espoir de germination ; des graines petites pointues, noirâtres sont régulièrement vides et inapte à germer.

Les graines peuvent être obtenues en écrasant les capsules, le produit de l'opération est en suite séché pendant 2 à 3 jours au soleil. Les graines séjournent au moins trois semaines pour germer.

Le *Megaphrynium macrostachyum* se réfère au modèle architectural de TOMLINSON, nommé et décrit par F. HALLE et OLDEMAM (1970), présente les caractères suivants : un individu initial se ramifie par tallage ou par rhizomes ; chaque ramification, initialement souterraine, établit son propre système racinaire, d'où une autonomie trophique qui favorise une multiplication de l'espèce par voie végétative.

b. Obtention des plants de semis

Nous avons établi des germoirs dans un emplacement bien drainé, protégé des vents, à sol possédant d'excellentes qualités physiques, fertile, ayant subi de préférence une période de repos.

La terre est labourée avec un soin tout particulier. Des plates bandes délimitées par des drains sentiers de 0,50m sont constituées. La largeur de la plate-bande est réglée de façon à pouvoir effectuer toutes les besognes au départ de l'un ou de l'autre côté, ce qui représente une largeur de 1,20m.

Le sol est finement préparé, et nous avons laissé d'abord venir les mauvaises herbes qui en suite sont arrachées et portées en dehors de la plate-bande.

Nous avons utilisé pour ce fait 150 graines/m² de bonne qualité. Le semis est effectué en lignes distantes de 10 cm à raison de 2 graines par poquet, et couvertes d'une mince couche de terre. Les plates bandes sont surmontées d'un abri à 1,20 m du sol, abris constitué de tige supportant des feuilles.

Les arrosages sont réglés au début de façon à maintenir le sol humide en surface, sans excès, jusqu'à la germination qui intervient trois semaines après le semis.

c. Préparation des éclats de souche

Par cette voie végétative, nous avons choisi les rhizomes aoûtés, des tronçons longs de 10 à 15 cm (avec 4 à 5 nœuds) et qui ont leur couleur définitive.

La récolte des touffes était faite à l'aide d'un croc. Les touffes sont entreposées dans un endroit ombragé, car les rhizomes n'étaient pas immédiatement sectionnés le même jour. La division était faite en éclatant la touffe par fractions successives jusqu'à l'obtention des fragments ayant au minimum 4 à 5 nœuds moins de racines.

Les racines sont raccourcies modérément (5cm), de façon à ne pas être courbées lors de la plantation. Les organes aériens ont simplement fait l'objet d'une toilette consistant à l'enlèvement des organes morts desséchés.

d. Plantation

Pour la plantation, nous avons creusé les trous devant recevoir les rhizomes à l'aide d'une machette. Les rhizomes sont déposés dans les trous au fur et à mesure pour qu'ils

ne sèchent pas. La plantation est faite aux écartements de 60×60 cm, soit 120 plants/75m². La position horizontale du rhizome est ajustée de façon à ce que les bourgeons situés sur chaque nœud viennent se placer au dessus lorsque le trou est refermé.

e. Soins culturaux

1° Sarclage.

Le sarclage a consisté à l'enlèvement des mauvaises herbes au début et en pleine croissance à l'aide d'une houe dans les interlignes et les lignes de plantation. Au début, trois sarclages par mois en période pluvieuse étaient faits pour briser le cycle de reproduction des mauvaises herbes. En saison sèche, un sarclage par mois était suffisant.

2° Binage

Un terrain tassé perd rapidement son humidité. Par contre, le binage aide à la conservation de l'eau, ce qui est surtout important en prévision de la saison sèche (DELHAYE R. J ; 1968). Le binage était effectué à l'aide de houe à une dizaine de cm de profondeur et cela pendant le mois de mai et de janvier. Il consistait à remuer le sol et enfouir les déchets de culture en voie de décomposition.

3° Remplacement

Une plantation ne reprend pas à 100% ; On se rend compte du fait qu'un plant est repris lorsqu'il est pourvu d'un point végétatif en voie de développement. A tout moment, les plants meurent. Il convient d'assurer le remplacement des plants morts le plus tôt possible (DELHAYE R. J ; 1968).

Cette opération est intervenue 35 jours après la plantation et a continué 30 jours après la reprise des plants. Les plants remplacés s'évaluent à 5% de l'ensemble de l'essai

4° Protection du sol

La paille était disposée dans les lignes et interlignes juste après la plantation pour protéger le sol contre les intempéries.

2.2.3. Observations

La réponse du *Megaphrynium macrostachyum* à la domestication était appréciée par la mesure de paramètres de croissance végétative et les analyses des échantillons du sol prélevés pour la détermination des caractéristiques physiques et chimiques du sol.

Les paramètres biologiques étaient mesurés sur un échantillon de 33 plants choisis au hasard dans chacune des parcelles. La détermination de l'échantillon est faite suivant la technique de l'échantillonnage aléatoire simple et exhaustif, laquelle consiste à sélectionner des individus de telle sorte que tous aient la même probabilité de faire partie de l'échantillon avec garantie qu'une unité statistique ne puisse être retenue plus d'une fois (AMYOTTE, 1996)

2.2.3.1. Paramètres édaphiques

Les aliquotes de sol sont prélevés à la sonde pédologique sur les parcelles expérimentales dans la tranche de 0 à 30cm de profondeur suivant les diagonales et les perpendiculaires. Ces aliquotes sont mélangés en proportions égales pour former un échantillon composite. Les échantillons ainsi obtenus sont séchés à l'ombre, à l'air libre, légèrement broyés dans un mortier de porcelaine, puis tamisés sur crible de 2mm et soumis à la détermination de caractéristiques physiques et chimiques du sol. Les résultats de l'analyse du sol de notre essai sont repris dans le tableau 2.

Tableau 2 : Paramètres édaphiques du sol de l'essai

pH	Teneur en Azote (%)	Phosphore assimilable (m éq/100g)	Ca ²⁺ (m éq/100g)	Al ³⁺ (m éq/100g)	Mg ²⁺ (m éq/100g)	Carbone organique (%)
5,1	0,12	3,48	0,6	0,31	1,55	1,38

Sources : NGAMA, IFA 2007

2.2.3.2. Paramètres biologiques

1° La reprise : la reprise est évaluée d'une manière satisfaisante, soit 78% pour les rhizomes et 72% pour les graines. La reprise des rhizomes est intervenue 2 semaines après la plantation, tandis que la germination a eu lieu 3 semaines après le semis.

2° La hauteur des plants : ce paramètre était mesuré toutes les deux semaines à l'aide de la latte graduée sur les 33 plants retenus comme échantillon. La mesure était prise à partir du collet jusqu'à l'extrémité de la feuille.

3° Le diamètre au collet : considéré comme indice de vigueur, ce paramètre est mesuré sur les 33 plants choisis au hasard à l'aide d'un pied à coulisse.

4° La vigueur des plants : est évaluée 60 jours après la plantation en utilisant l'échelle de cotation de 1 à 5 de la manière suivante (ROWEL et al, 1986) :

1 = très faible

2 = faible

3 = moyen

4 = vigoureux

5 = très vigoureux

Dans l'ensemble, les plants de l'essai se sont montrés vigoureux avec la cote 4.

5° Surface foliaire : elle est déterminée sur les plants retenus comme échantillon (33) par la méthode décrite par MAMBANI (1980). La mesure de la surface foliaire des plants était estimée 17 mois après la plantation, en mesurant la longueur L, et la plus grande largeur de la feuille à l'aide d'une latte en plastique graduée en cm. La valeur ainsi obtenue était ensuite corrigée par un facteur de correction selon la relation :

$$Sf = (L)fc \text{ où } - Sf : \text{ surface foliaire (cm}^2\text{)}$$

- L : longueur de la feuille (cm)

- l : largeur au point le plus évasé (cm)

- fc : facteur de correction.

Dans cette relation, le facteur f_c représente le rapport de (LI) à l'aire exacte de la feuille déterminée par la méthode pondérale décrite par MAMBANI (1980).

6° Nombre de pousses par touffe : le nombre de pousses est déterminé par comptage manuel pour chaque touffe de nos échantillons. Les données relatives aux paramètres biologiques observés sont consignées dans le tableau 3

Tableau 3 : Paramètres biologiques observés durant l'essai, 2007.

Echantillon	Hauteur moyenne des plants	Diamètre moyen des plants	Nombre moyen de pousses par touffe	Surface foliaire moyenne (cm ²)
1	67	0,5	86	
2	71	0,6	88	
3	70	0,5	53	
4	60	0,5	90	
5	67	0,4	42	
6	83	0,7	56	1195,84
7	61	0,4	38	
8	65	0,5	56	
9	58	0,3	38	
10	74	0,5	56	
11	96	0,6	93	
12	85	0,6	122	
13	117	0,5	120	
14	127	0,7	44	
15	137	0,7	56	
16	100,6	0,6	76	
17	100,7	0,6	60	
18	96	0,5	71	
19	82	0,6	73	
20	110	0,7	58	
21	124	0,8	56	
22	156	0,9	60	
23	141	0,8	65	
24	130	0,7	68	
25	122	0,7	70	
26	132	0,7	81	
27	138	0,6	90	
28	143	0,7	96	
29	182	0,9	86	
30	150	0,8	89	
31	93	0,6	90	
32	107	0,6	95	
33	125	0,8	98	

7° Durée de vie des feuilles : Les feuilles sont observées à partir de la date de son émission jusqu'au dessèchement. Chez le *Megaphrynium macrostachyum* les feuilles sont gardées pendant toute l'année, elles se dessèchent, mais ne tombent pas pendant la saison sèche (DHETCHUVI. M ; 1996).

8° Durée de vie de la plante : la plante entière est observée depuis son émission jusqu'à la mort. Le *Megaphrynium macrostachyum* est une plante vivace qui vit pendant trois années au moins, elle donne en général plusieurs fois des fleurs et des fruits(WILHELM.N ; 1998).

CHAPITRE TROISIEME : RESULTATS

Les résultats moyens obtenus au cours de nos investigations sont repris dans les tableaux 4, 5, 6, 7 et dans les figures 4, 5, 6. Les analyses statistiques les sont dans les annexes 1, 2, 3, 4 et 5.

3.1. EFFET DE LA DOMESTICATION SUR LA CROISSANCE DU

Megaphrynium macrostachyum

3.1.1. Hauteur des plants

Les résultats détaillés des hauteurs finales ainsi que leurs moyennes, figurent dans le tableau 4.

Tableau 4 : Analyse de la hauteur des plants du *Megaphrynium macrostachyum* (cm) enregistrée au cours de l'essai

Classes de hauteurs des plants (cm)	f _i	Indice de classe (X _i)	f _r	f _{cum}	Hauteurs moyennes (cm)	(X _i -X) ²	f _i (X _i -X) ²
58,0 – 79,0	9	68,5	0,273	9	65,1	11,56	104,04
79,0 – 100,0	6	89,5	0,181	15	89,2	9,00	54,0
100,0 – 121,0	5	110,5	0,152	20	107,1	11,56	57,8
121,0 – 142,0	9	131,5	0,273	29	134,0	6,25	56,25
142,0 – 163,0	3	152,5	0,091	32	149,7	7,84	23,52
163,0 – 184,0	1	173,5	0,303	33	182,0	72,25	72,25
Σ	33				727,1	118,46	367,86
Moyenne		121,0			121,2		
Ecart type							3,34
Coeff.de var.							2,76

Légende : f_i : fréquence absolue

f_r : fréquence relative

f_c : fréquence cumulée

X : moyenne

X_i : valeur observée

Σ : Somme

Il apparaît que d'une manière générale, la hauteur totale du *Megaphrynium macrostachyum* en culture varie entre 58,0 cm et 184,0 cm ; alors que plus de 39,4% des plants dépassent 121,2 cm et 60,6 % étant en dessous de la moyenne.

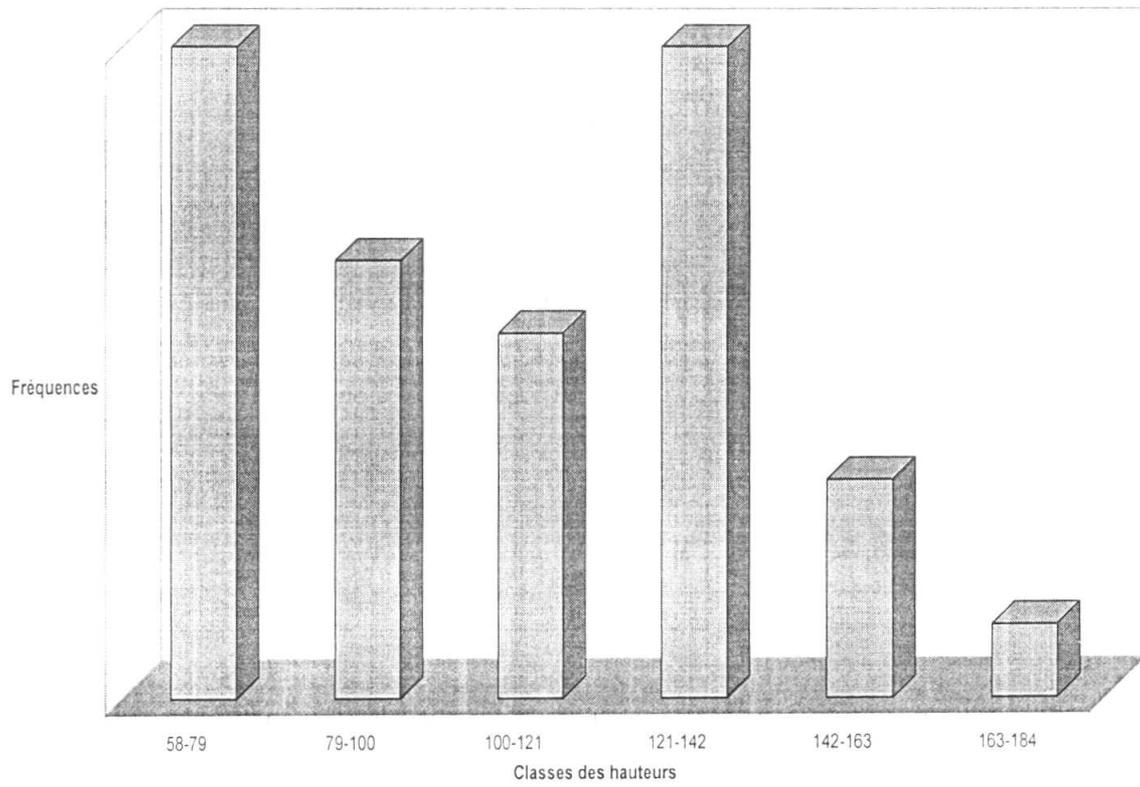


Fig 5 Distribution des classes de hauteurs totales du *Megaphrynium macrostachyum*

3.1.2. Diamètre au collet

Les résultats relatifs au diamètre final au collet sont figurés dans le tableau 5

Tableau 5. Analyse de diamètre final au collet des plants de *Megaphrynium macrostachyum* (cm) sous culture

Classes de Diamètre au collet	f _i	Indice de classe (X _i)	fr.	fcum	Diamètre Moyen (cm)	(X _i -X) ²	f _i (X _i -X) ²
0,3 – 0,4	0,35	3	0,091	0,091	0,4	0,0025	0,0075
0,4 – 0,5	0,45	7	0,212	0,303	0,5	0,0025	0,175
0,5 – 0,6	0,55	9	0,273	0,576	0,6	0,0025	0,0225
0,6 – 0,7	0,65	8	0,242	0,818	0,7	0,0025	0,02
0,7 – 0,8	0,75	4	0,121	0,939	0,8	0,0025	0,01
0,8 – 0,9	0,85	2	0,061	1,000	0,9	0,0025	0,005
Σ	3,6	33			3,9	0,3	0,0825
Moyenne	0,6	5,5			0,7		
Ecart type							0,0025
Coeff.de var.							0,42

Légende : f_i : fréquence absolue

fr : fréquence relative

fc : fréquence cumulée

X : moyenne

X_i : valeur observée

Σ : Somme

Il ressort de ce tableau 5 que le pourcentage des plants dont le diamètre au collet va de 0,3 à 0,9 cm a varié de 1,06% à 2,57%.

La classe de 0,8 à 0,9 cm de diamètre a une fréquence plus élevée avec une moyenne de 0,7 cm. De l'ensemble de l'essai, 57,6% de plants ont un diamètre au collet supérieur à la moyenne (0,7 cm) tandis que 42,4% des plants sont restés en dessous de la moyenne.

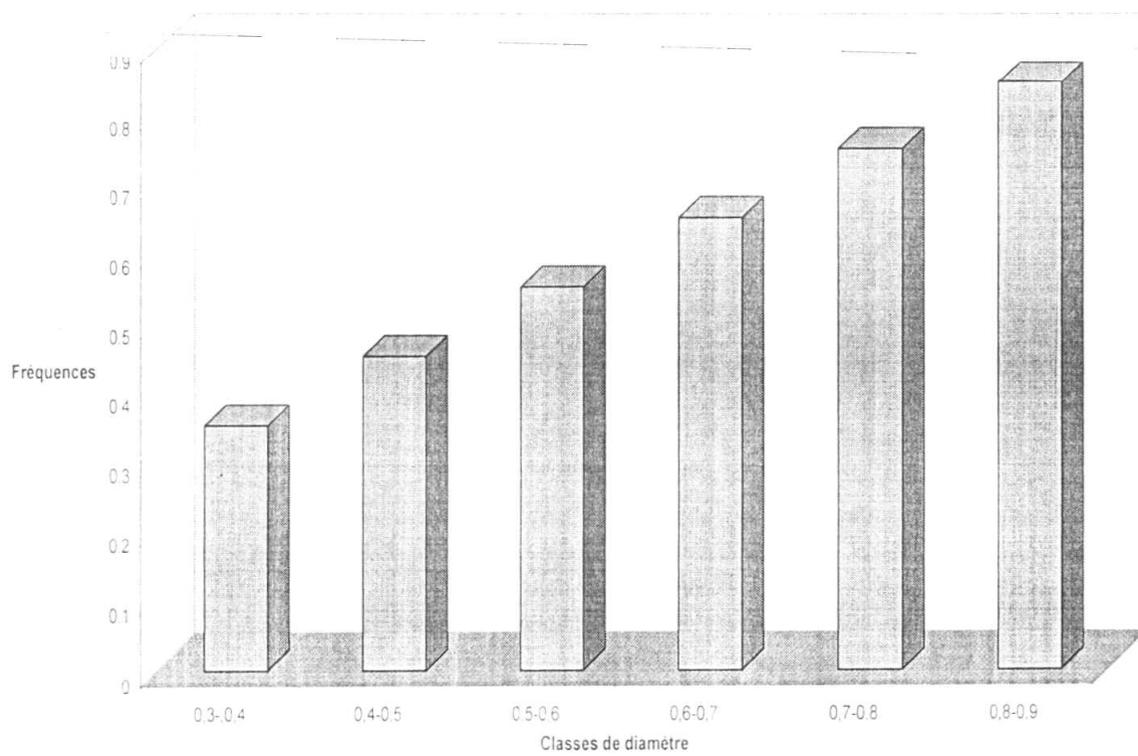


Fig 6. Distribution des classes de diamètre au collet du *Megaphrynium macrostachyum*

3.1.3. Surface foliaire.

Les observations portées sur 33 échantillons nous ont permis d'obtenir une valeur moyenne calculée de 1195,84 cm² à partir de la relation

$$Sf = (L.l)fc \text{ où}$$

- Sf : surface foliaire (cm²)
- L : longueur de la feuille (cm)
- l : largeur au point le plus évasé (cm)
- fc : facteur de correction.

3.1.4. Corrélation entre les paramètres biologiques de croissance :

hauteur – diamètre au collet.

Les corrélations observées entre les paramètres biologiques de croissance mesurés sous culture du *Megaphrynium macrostachyum* sont reprises dans le tableau 6, tandis que les corrélations fonctionnelles les sont dans la figure 5. Les analyses statistiques y relatives sont reprises en annexe 3, 4, 5.

Tableau 6. Corrélation entre les paramètres biologiques : hauteur – diamètre au collet du *Megaphrynium macrostachyum*.

Hauteur moyenne en cm (Xi)	Diamètre moyen en cm (Yi)	X ²	Y ²	XiYi
65,1	0,4	4238,01	0,16	26,04
89,2	0,5	7956,64	0,25	44,6
107,1	0,6	11470,41	0,36	64,26
134,0	0,7	17956,0	0,49	93,8
149,7	0,8	22410,09	0,64	119,76
182,0	0,9	33124,0	0,81	163,8
727,1	3,9	97155,15	2,71	512,26
Y = 0,118711 + 0,004384x				
r ² = 1,0224				
Coefficient de corrélation = - 1,01.				

A partir des résultats figurés dans le tableau 6, il apparaît que la hauteur et le diamètre au collet sont intimement liés.

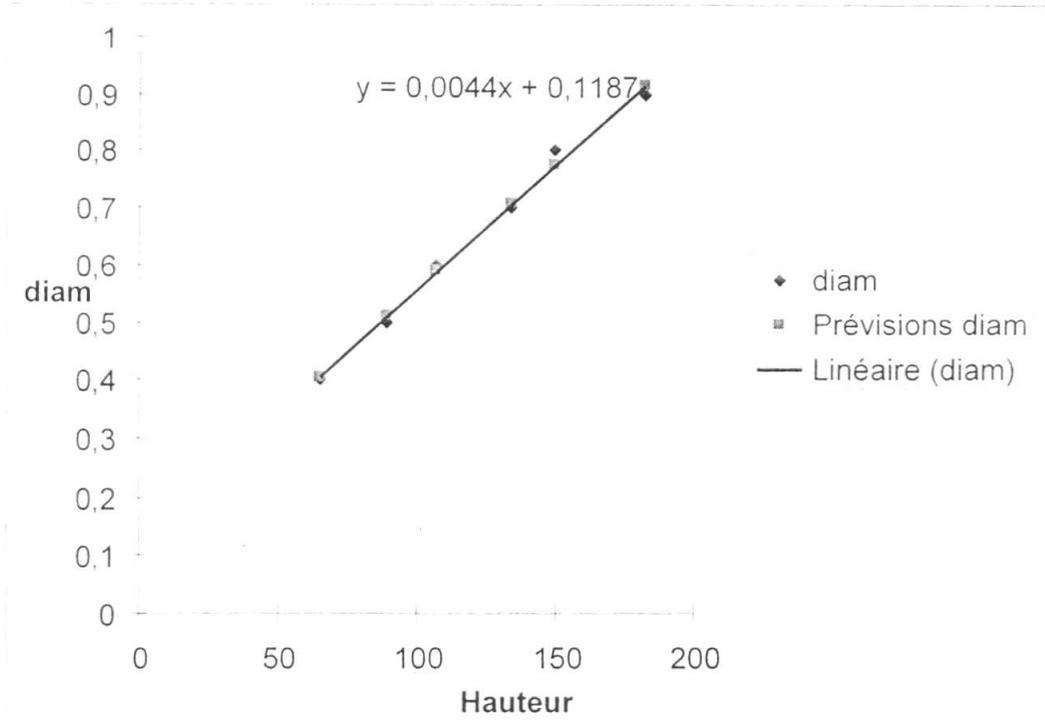


Fig 7. Relation entre la hauteur et le diamètre au collet du *M. macrostachyum*

Le coefficient de corrélation -1,01 indique un meilleur ajustement des données. En plus la droite des données transformées ($Y = 0,1187 - 0,004384x$) présente une meilleure répartition des déviations. Et aussi, cette droite des données transformées implique que si le diamètre au collet approche zéro, la hauteur des plants approche aussi zéro. Une autre raison est le fait que, la droite implique que les plants de hauteur inférieure à 65,1cm par exemple ont un diamètre négatif.

3.1.5. Analyse des variances

Les résultats de l'analyse des variances sont repris dans le tableau 7. Les analyses statistiques sont reprises en annexe II

Tableau 7 : Table de variance.

Source de variation	dl	Sommes des carrés	Carrés moyens	F
- Variation totale	5	97152,62		
- Variation due à la régression	1	39,643	39,643	0,002
- variation résiduelle	4	97112,977	24278,244	

Au seuil de signification 0,05 et dl 1 et 4, $F = 7,71 > 0,002$; la différence n'est pas significative.

CHAPITRE QUATRIEME: DISCUSSION

4.1. COMPARAISON DES CARACTERISTIQUES BIOLOGIQUES DE CROISSANCE ETUDIEES AVEC D'AUTRES AUTEURS

Le tableau 8 compare les paramètres biologiques de croissance du *Megaphrynium macrostachyum* étudiés avec d'autres auteurs.

Tableau 8. Caractéristiques des paramètres biologiques de croissance comparées avec d'autres auteurs.

Auteurs	Hauteur(m)	Diamètre au collet (cm)	Surface foliaire
- DHETCHUVI, 1996	1 – 4	2 – 3,5	L:20-90cm;l:15-50cm
-MILNE-REDHEAD,1950 et 1952	4	3,5	L:90cm; l: 50cm
- Présent travail	0,65 – 1,82	0,3 – 0,9	L:50,5cm; l:32,0cm

Légende: L: Longueur

l: largeur

4.1.1. Hauteur des plants

DHETCHUVI (1996), en réalisant son travail sur les marantaceae, a réussi à collecter des données dans le parc national de Salonga. Ce qui lui a permis de constituer un échantillon de 500 pour les marantaceae. A partir du dépouillement de ces données, il a trouvé que la hauteur des plants du *Megaphrynium macrostachyum* varie de 1 à 4 mètres. MILNE-REDHEAD, (1950 et 1952) dans ses recherches sur les marantaceae du Congo et de l'Afrique tropicale de l'Est, a trouvé les valeurs similaires à celles de DHETCHUVI.

Sous culture, pour notre investigation, nous avons trouvé que la hauteur moyenne du *Megaphrynium macrostachyum* est de 1,21m. Le pourcentage des plants dont la hauteur varie de 1,63m à 1,84m est de 3,03% tandis que celui des plants dépassant 1,21m est de 39,4%.

Ces écarts sur la croissance en hauteur s'expliqueraient par la différence des conditions édapho-microclimatiques (BERTHIER J.; 1965). Par microclimat, il s'agirait par exemple de la température, le *Megaphrynium macrostachyum* étant une plante de sous bois. Les modifications du sol aussi associées à des modifications du climat les expliquent en partie. Cela corrobore l'idée de BONNEHIN (2000), cité par MATE (2001), qui soutient que l'intensité lumineuse influence considérablement la croissance des plants à tel point que la lumière apparaît comme l'un des facteurs limitants en forêt tropicale humide.

Les plants spontanés étaient observés à un stade de développement dont l'âge n'est pas déterminé, contrairement aux plants de culture évalués à l'âge de 18 mois. Le rythme de croissance pour les plants de culture est certes lent, mais avec le temps qu'ils mettront, il y a lieu d'aboutir à des résultats satisfaisants.

4.1.2. Diamètre au collet.

La morphologie des organes aériens des marantaceae a été bien étudiée par DHETCHUVI (1993) et MILNE-REDHEAD (1950 et 1952). Ils s'accordent tous à dire que le diamètre au collet chez le *Megaphrynium macrostachyum* varie de 2 à 3,5cm.

D'une manière générale, pour notre expérimentation, 72,7% des plants ont atteint un diamètre au collet supérieur à la moyenne (0,7 cm). La valeur la plus élevée (0,9 cm) se trouve dans la classe de 0,5 à 0,6 cm.

Cette situation se justifierait de la même façon que pour la croissance en hauteur, les deux paramètres ayant variés dans le même sens.

4.1.3. Surface foliaire

La morphologie et l'anatomie des feuilles des marantaceae sont bien détaillées par BERTRAND (1958) et TOMLINSON (1961). La feuille est constituée d'une gaine ouverte qui entoure la tige (TOMLINSON, 1961). La gaine est surmontée d'un pétiole dont la longueur est variable selon l'espèce. Pour la forme, généralement le limbe présente un côté plus ou moins parallèle à la nervure médiane. Chez le *Megaphrynium macrostachyum* les deux côtés sont pratiquement arrondis.

Selon ces auteurs précités, la longueur de la feuille varie de 20 à 90 cm et la largeur 15 à 50 cm, avec une surface foliaire moyenne de 1787,5 cm². DHETCHUVI (1996), signifie aussi que le limbe est largement ovale à elliptique et atteignant 90 cm de long et 50 cm de large.

Au cours de nos observations faites sur les plants de *Megaphrynium macrostachyum*, nous avons trouvé qu'à l'âge de 18 mois, la longueur moyenne de la feuille mesurait 50,0 cm et la largeur 32,0 cm.

Ce faible développement des feuilles sur les plants de culture pourrait être attribué à la différence des besoins en matière organique et en lumière suite aux variabilités écologiques.

4.2. CORRELATION ENTRE LES PARAMETRES BIOLOGIQUES DE CROISSANCE: HAUTEUR-DIAMETRE AU COLLET.

A partir des résultats figurés dans le tableau 6, il y a lieu de dire que:

- une hauteur de base de 0,118711 m, chaque unité d'accroissement mensuel dans la croissance du *Megaphrynium macrostachyum* est associée avec une réduction moyenne de 0,004384 cm dans la hauteur.
- la hauteur et le diamètre au collet sont bien intimement liés; le coefficient de corrélation étant de -1,01. La perfection correspondant à + 1 (DAGNELIE, 1975),
- l'équation qui peut décrire le mieux la relation entre la hauteur (X) et le diamètre au collet (Y) est: $Y = 0,118711 + 0,004384x$.

4.3. ANALYSE DE VARIANCE

L'analyse de variance à partir du tableau 7, révèle que pour la variation ainsi observée, la valeur $F = 7,71 > 0,002$; la différence n'est pas significative. Donc, la droite de régression n'est pas significative. D'après l'évidence statistique, le coefficient b n'est pas significatif au niveau de signification 0,05 (DAGNELIE, 1975).

CONCLUSION

Notre étude a consisté de tenter de mettre en culture le *Megaphrynium macrostachyum*. Pour ce faire, nous avons examiné les effets de la préparation du terrain, de conditionnement de matériel de multiplication, de la plantation et des soins culturaux sur les paramètres biologiques de cette espèce.

La réponse de *Megaphrynium macrostachyum* s'est résumée comme suit :

- plus de 39,4% de plants mesuraient au moins 121,2 cm dans un intervalle allant de 58,0 à 184,0 cm de hauteur ;
- 1,06 % à 2,57 % de plants ont eu un diamètre au collet allant de 0,3 à 0,9 cm.

A la suite de cette étude, il apparaît que le *Megaphrynium macrostachyum* sous culture a donné des résultats intéressants en ce qui concerne la reprise et les paramètres biologiques de croissance. Compte tenu des dimensions atteintes à 18 mois de culture, on peut raisonnablement s'attendre que les tailles escomptées (± 3 m de hauteur et ± 2 cm de diamètre) seront obtenues avec le temps que la culture mettra.

L'introduction du *Megaphrynium macrostachyum* dans les techniques de production des légumes en jardinage nécessite la révision de tout un ensemble de techniques culturales.

D'une façon générale, le *Megaphrynium macrostachyum* ne doit être cultivé que dans des emplacements qui le méritent. Des emplacements mal venus, la culture sera non seulement superflue, mais peut se solder à une production médiocre.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. AMYOTTE. L., 1996 : Méthodes quantitatives (application à la recherche en sciences humaines), édition du renouveau pédagogique (E.R.P.I.), Saint-Laurent (Québec), Canada.
2. ANDERSSON L., 1981b The neotropical genera of marantaceae. Circumscription and relationship. Nord.J. Bot. 1. p.245.
3. BERTHIER J., 1965. Influence du milieu sur la ramification du *Fontinalis antipyretica* L. CR. Ac. Sc. Paris 260, gr II, n° 13: p 4049.
4. BERTRAND L., 1958. Contribution à l'étude anatomique des Marantaceae africaines. Bull; inst. Etud. Centrafr., nouv. Sér.: 15-16: p 144.
5. BETHAM G. et HOOKER J.D., 1883. Genera plantarum. Ordo. CLXX: Scitamineae. 3. p 657. Lovell Reeve et Co., London
6. BONNEHIN L., 2000: Domestication paysanne des arbres fruitiers forestiers; Cas de Coula edulis Baill; Olacaceae, et Tieghemella heckelii Pierre ex A. chev., Sapotaceae
7. CRABBE et TOTIWE. , 1971 : Paramètres moyens et extrêmes principaux du climat des stations du réseau INERA, document inédit, Yangambi, RDC.
8. DAGNELIE P., 1975. Analyse statistique à plusieurs variables. Les presses agronomiques de Gembloux. 36p.
9. DELHAYE R.J.; 1968: Note sur la culture de Pyrèthre de Dalmatie. Bulletin de recherche agronomique de Gembloux. Tome III. n°3. 446p.
10. DHETCHUVI. M. et DIAFOUKA A; 1993b. Les maranteceae du Congo. Fragm. Flor. Geobot. 38: p 208.
11. DHETCHUVI. M., 1996: Taxonomie et Phytogéographie des Marantaceae de l'Afrique centrale. Thèse de Doctorat. ULB. P 438.
12. DUPUY B; DURIEU L; et PETRUCCT Y; 1998: Sylviculture des peuplements naturels en forêt dense humide africaine. Acquis et recommandation. Bois et forêt de tropiques. N° 257 (3), France p 22.
13. FAO, 2007 : Contribution des insectes de la forêt à la sécurité alimentaire. Rome, Italie P31
14. HALLE. F et OLDEMAN R.A.A., 1970 : Essai sur l'architecture et la dynamique de croissance des arbres tropicaux. Monographie N° 6. 178p. Paris, Masson et Cie.

15. LEJOLY. J., 2005 : Valorisation et conservation de la biodiversité végétale. 1^{ère} partie : nouveauté en systématique végétale. P35. notes à l'usage des étudiants du diplôme d'études approfondies(DEA) Biologie-Agronomie. Université de Kisangani.
16. MAMBANI B., 1980 : Plant-water relations as a criterion for screening for drought resistance in rice. Thèse de doctorat. International Institute of tropical Agriculture. Université nationale du Zaïre. 481p.
17. MATE M; 2001. Croissance, phytomasse et minéralomasse des haies des légumineuses améliorantes en culture en allées à Kisangani. Thèse de doctorat, ULB. p 234
18. MILNE REDHEAD E; 1950 Notes on African Marantaceae: 1.-Kew Bull p 163.
19. MILNE REDHEAD E; 1952. Notes on African Marantaceae: 2- Kew Bull p 170.
20. ROWEL. A.B., EWING, E.E., and PLAISED, R.L., 1986 : Section for improvement of potato population grown from true seed. Am. potato J., 63: 207 – 217.
21. SCHUMANN K. 1893. Marantaceae africanae in ENGLER (ed), Beitrage Zur Flora Von Afrika. III. –Bot jahrb. 15: p 446
22. TOMLINSON P.B.; 1961: morphological and anatomical characteristics of the Marantaceae. J. Linn. Soc. London. 58: 55-78.
23. WHITE F. 1983: the vegetation of Africa. Unesco, Paris. 356p
24. WILHELM. N., 1998: Botanique générale. Traduction de la 10^è édition allemande par Roger Miesch et Yves Sell. P81.

ANNEXE I

ETAPE DE CALCUL STATISTIQUE SUR LA HAUTEUR DES PLANTS

1° *Hauteurs des Plants* : 60, 70, 71, 60, 67, 83, 61, 65, 58, 74, 96, 85, 17, 27, 37,
100,6, 100,7 ; 96, 82, 110, 124, 156, 141, 130, 122, 132, 138,
143, 182, 150, 93, 107, 125.

2° *Classe (K)* :

$$K = 2,5 \sqrt[3]{N} \text{ ou } K = 1 + 3,3 \log N = 1 + 3,3 \cdot 1,51851 \\ = 1 + 5,011083 = 6,011083 = 6,01 \approx 6 \text{ classes.}$$

3° *Intervalle de classe* :

$$C = \frac{E}{K} = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{K} \quad X_{\max} = 182\text{cm} ; X_{\min} = 58 \text{ cm}$$

$$E = X_{\max} - X_{\min} = 182,0 - 58,0 = 124,0 \text{ cm}$$

$$\text{Etendue} = 124,0\text{cm}$$

$$C = \frac{182 - 58}{6} = \frac{124}{6} = 20,66 = 21\text{cm}$$

4° *Limites de classe*

$$58,0 - 79,0$$

$$79,0 - 100,0$$

$$100,0 - 121,0$$

$$121,0 - 142,0$$

$$142,0 - 163,0$$

$$163,0 - 184,0$$

5° *Indice de classe*

$$l = \frac{\text{Limite inf} + \text{limite sup}}{2} = \frac{58,0 + 182,0}{2} = \frac{240}{2} = 120,0\text{cm}$$

$$6° \text{ Fréquence : } f' = \frac{f_i}{N}$$

$$7° \text{ Ecart-type: } (S^2) = \frac{\sum f_i (X - \bar{X})^2}{N} = \frac{367,86}{33} = 11,15 = \sqrt{11,15} = 3,34$$

8° *Coefficient de variation*

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100 = \frac{3,34}{121} \times 100 = 2,76$$

ANNEXE II

ETAPE DE CALCUL STATISTIQUE SUR LE DIAMETRE DES PLANTS (cm)

1° Diamètre au collet des plants : 0,5 ; 0,6 ; 0,5 ; 0,5 ; 0,4 ; 0,4 ; 0,7 ; 0,4 ; 0,5 ; 0,3 ;
0,5 ; 0,6 ; 0,6 ; 0,5 ; 0,7 ; 0,7 ; 0,6 ; 0,6 ; 0,5 ; 0,6 ; 0,7 ; 0,8 ;
0,9 ; 0,8 ; 0,7 ; 0,7 ; 0,7 ; 0,6 ; 0,7 ; 0,9 ; 0,8 ; 0,6 ; 0,6 ; 0,8.

2° Classe (K) :

$$K = 2,5 \sqrt[3]{N} \text{ ou } K = 1 + 3,3 \log N = 1 + 3,3 \log 33 = 1 + 3,3 \times 1,51851 \\ = 1 + 5,011083 = 6,011083 = 6,01 \approx 6 \text{ classes.}$$

3° Intervalle de classe :

$$C = \frac{E}{K} = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{K} \quad X_{\max} = 0,9 \text{ cm} ; X_{\min} = 0,3 \text{ cm}$$

$$E = X_{\max} - X_{\min} = 0,9 - 0,3 = 0,6 \text{ cm}$$

Etendue = 0,6 cm

$$C = \frac{182 - 58}{6} = \frac{124}{6} = 20,66 = 21 \text{ cm}$$

4° Limites de classe

0,3 - 0,4

0,4 - 0,5

0,5 - 0,6

0,6 - 0,7

0,7 - 0,8

0,8 - 0,9

5° Indice de classe

$$I = \frac{\text{Limite inf} + \text{limite sup}}{2} = \frac{0,3 + 0,9}{2} = \frac{1,2}{2} = 0,6 \text{ cm}$$

6° Fréquence : $f_i = \frac{f_i}{N}$

$$7° \text{ Ecart-type: } (S^2) = \frac{\sum f_i (X_i - \bar{X})^2}{N} = \frac{0,0825}{33} = 0,0025$$

8° Coefficient de variation

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100 = \frac{0,0025}{0,6} \times 100 = 0,4166 \approx 0,42$$

ANNEXE III

COEFFICIENT DE REGRESSIONS a et b

$$b = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{N \sum X^2 - (\sum X)^2} = \frac{(6)(512,26) - (727,1)(3,9)}{(6)(97155,15) - (727,1)^2} = \frac{3073,56 - 2835,59}{582930,9 - 258674,41} = \frac{237,87}{54256,49} = 0,004384$$

$$a = \frac{(\sum x^2)(\sum Y) - (\sum x)(\sum xy)}{N(\sum x^2) - (\sum x)^2} = \frac{(97155,15)(3,9) - (725,1)(512,26)}{(6)(97155,15) - (727,1)^2} = \frac{378905,085 - 372464,246}{582930,9 - 528674,41} = \frac{6440,839}{54256,49} = 0,118711$$

L'équation de la droite de régression obtenue est :

$$\tilde{Y} = 0,118711 + 0,004384X$$

ANNEXE IV

ANALYSE DE LA VARIANCE

1° Variation totale au somme des carrées totale (SCT) :

$$\begin{aligned} - \text{SCT} &= \sum (Y_i - \bar{Y})^2 = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{N} \\ &= 97155,15 - \frac{(3,9)^2}{6} = 97155,15 - \frac{15,21}{6} = 97152,62 \end{aligned}$$

SCTa(n-1) d.l. puisqu'on perd d.l. en calculant \bar{Y}

- **Variation expliquée ou somme des carrées due à la régression.**

$$\text{SCb} = \sum (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 = b \left[\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{N} \right] = b^2 \sum (X_i - \bar{X})^2$$

SCb a d.l. car la droite de régression a deux paramètres α et β ; ainsi 2-1=1.

$$\begin{aligned} \text{SCb} &= 0,004384 \left[97155,15 - \frac{(727,1)^2}{6} \right] = 0,004384 \left[97155,15 - \frac{528674,41}{6} \right] \\ &= 0,004384 [97155,15 - 88112,102] = 0,004384 [9042,748] = 39,643 \end{aligned}$$

- *Variation inexpliquée ou somme des carrées résiduelle.*

$$\begin{aligned} \text{SCr} &= \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2 = \text{SCT} - \text{SCb} \\ &= 97152,62 - 39,643 \\ &= 97112,977 \end{aligned}$$

SCr a (n-1) d.l. parce que pour calculer les résidus, il faut d'abord estimer les deux paramètres α et β .

$$- \text{CMb} = \frac{\text{SCb}}{1} = \frac{39,643}{1} = 39,643 ;$$

$$- \text{CMr} = \frac{\text{SCr}}{6-2} = \frac{97112,977}{4} = 24278,244$$

- Le rapport critique :

$$- F = \frac{\text{CMb}}{\text{CMr}} = \frac{39,643}{24278,244} = 0,002$$

ANNEXE V

COEFFICIENT DE CORRELATION

$$r^2 = \frac{\left[\sum XY - \frac{\sum X \sum Y}{n} \right]^2}{\left(\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n} \right) \left(\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} \right)}$$

$$\sum X = 727.1 ; \sum Y = 3.9 ; \sum X^2 = 97155.5$$

$$\begin{aligned} r^2 &= \frac{\left[512.26 - \frac{727.1 \times 3.9}{6} \right]^2}{\left[\left(97155.5 - \frac{727.1^2}{6} \right) \left(2.71 - \frac{3.9^2}{6} \right) \right]} \\ &= \frac{[512.26 - 472.615]^2}{[(97155.5 - 88112.40)(2.71 - 2.54)]} = \frac{[-39.645]^2}{[(9043.1)(0.17)]} = \frac{1571.73}{1537.327} = 1.0224 \end{aligned}$$

$$r = \sqrt{r^2} = \sqrt{1.0224} = -1.011$$

ANNEXE VI

DROITE DE REGRESSION

$$\sum X = 727.1 \text{ et } \bar{X} = 727.1/6 = 121.2$$

$$\sum Y = 3.9 \text{ et } \bar{Y} = 3.9/6 = 0.65 \approx 0.7$$

$$\sum XY = 9043.1 \text{ et } b = -39.645/9043.1 = -0.004$$

Substituons ces valeurs dans :

$$\tilde{Y} = (Y - bX) + bX, \text{ on obtient :}$$

$$\hat{Y} = [0.7 - (-0.004)x121.2] + (-0.004)x$$

$$\hat{Y} = 1.18 - 0.004x$$

