

Sommaire

I - Introduction.....	p 1 à 2
II – Synthèse bibliographique.....	p 3 à 7
III - Matériel et méthodes.....	p 8 à 30
III-1) Présentation du site	
III-1-1) Afrique de l'Est, Ouganda	
III-1-2) Description du district de Bushenyi	
III-1-3) Description du site d'étude : Rukararwe	
III-2) Sélection des espèces médicinales à propager	
III-2-1) Inventaire spécifique de la forêt médicinale de Rukararwe	
III-2-2) Elaboration d'enquêtes pour la sélection d'espèces médicinales prioritaires.	
III-3) Mise en place des boutures en pépinière	
III-3-1) Prélèvement des boutures et segmentures	
III-3-2) Les différents milieux de culture.	
III-3-3) Choix de l'environnement de croissance	
III-3-4) Suivi et contrôle de la croissance des boutures et segmentures	
III-4) Multiplication végétative induite en milieu naturel	
III-4-1) Propagation par induction du drageonnage	
III-4-2) Multiplication par marcottage aérien	
III-4-3) Propagation par marcottage terrestre	
IV - Résultats.....	p 31 à 47
IV-1) Inventaire spécifique de la forêt de Rukararwe	
IV-2) Multiplication par bouturage	
IV-2-1) Bouturage classique	
IV-2-2) Segmentures	
IV-3) Propagation par induction du drageonnage	
IV-3-1) Vue d'ensemble ; les 16 espèces testées	
IV-3-2) Diverses réponses physiologiques en fonction de la blessure infligée	
IV-4) Multiplication par marcottage aérien	
IV-4-1) Vue d'ensemble ; les 16 espèces testées	
IV-4-2) Diverses réponses observées en fonction des substrats employés	
IV-5) Propagation par marcottage terrestre	

Liste des figures

Les figures et tableaux sont présentés dans leur ordre d'apparition.

- Tableau 1 (p 7) : Espèces de notre site d'étude présentant des aptitudes pour une voie de multiplication végétative donnée, selon la légende ci-contre.
- Figure 1 (p8) : Carte des frontières de l'Afrique. Localisation de l'Ouganda. *Echelle : 1cm = 650km*
- Figure 2 (p8) : Carte des districts de l'Ouganda. Localisation du district de Bushenyi. *Echelle : 1cm = 60km*
- Figure 3 (p10) : Description physique du district de Bushenyi. *Echelle : 1cm=8km.*
- Figure 4 (p11) : Moyennes des précipitations totales mensuelles de 1998 à 2005.
- Tableau 2 (p12) : Précipitations totales mensuelles (en mm) pour les années 1998 à 2005.
- Figure 5 (p13) : Organisation schématique de la répartition végétale de Rukararwe.
- Figure 6 (p13) : Répartition de la végétation sur le gradient topographique à Rukararwe.
- Figure 7 (p16) : Schématisation de la fosse pédologique n°1. Bas de pente, végétation de type forestier.
- Figure 8 (p16) : Schématisation de la fosse pédologique n°2. Milieu de pente, végétation intermédiaire (type forestier et prairial).
- Figure 9 (p16) : Schématisation de la fosse pédologique n°3. Haut de pente, végétation de type prairial.
- Figure 10 (p18) : Mise en relation de la pédologie et de la répartition végétale à Rukararwe.
- Figure 11 (p18) : Diagramme ombrothermique de mars à septembre 2005 pour la station d'étude.
- Tableau 3 (p19) : Somme des précipitations (mm) de l'année 2005 en cours.
- Tableau 4 (p19) : Moyennes mensuelles des températures (°C) de mars à septembre 2005.
- Tableau 5 (p21) : Liste des espèces prioritaires de Rukararwe. Ces espèces sont testées par voie de marcottage aérien et/ou de marcottage terrestre et/ou d'induction du drageonnement en milieu naturel.
- Tableau 6 (p21) : Liste des espèces prioritaires de Rukararwe. Ces espèces sont testées par voie de bouturage en milieu contrôlé.
- Figure 12 (p24) : Vue de profil des dimensions et de l'organisation à l'intérieur d'un propagateur
- Figure 13 (p26) : Annélation de l'écorce de la racine chez *Harungana madagascariensis*.
- Figure 14 (p26) : Demi annélation de l'écorce d'une racine de *Spathodea campanulata*.
- Figure 15 (p26) : Racine sectionnée (coupée) de *Zanthoxylum gillettii*.
- Tableau 7 (p28) : Expériences effectuées pour la multiplication de 16 espèces par induction

- Tableau 12 (p37) : Réponses quantitatives et proportionnelles des segmentures testées pour 3 espèces, en fonction du substrat, après 120 jours de croissance en propagateur.
- Figure 17 (p37) : Proportions des réponses observées après 120 jours en propagateur pour les trois types de substrats testés (les trois espèces sont confondues), lors de la multiplication par segmenturage.
- Tableau 13 (p40) : Résultats quantitatifs (chiffre simple) et proportionnels (chiffres entre parenthèses) obtenus après 3 mois d'expérimentation sur 16 espèces étudiées pour la multiplication par induction au drageonnement.
- Tableau 14 (p41) : Résultats obtenus en fonction du type de blessure infligée à la racine mère.
- Figure 18 (p42) : Représentation des proportions de réaction pour chacun des types de blessure, pour 9 espèces considérées, 120 jours après leur induction.
- Tableau 15 (p43) : Tableau récapitulatif des espèces (9) prise en compte pour la comparaison des efficacités des types d'induction du drageonnement.
- Tableau 16 (p44) : Résultats quantitatifs (premier chiffre) et proportionnels (chiffre entre parenthèses) des expériences de marcottage aérien, 90 à 120 jours après leur élaboration, et ce pour les 17 espèces étudiées.
- Figure 19 (p45) : Répartition proportionnelle des types de réponses observées pour les marcottes aériennes des 17 espèces expérimentées.
- Tableau 17 (p46) : Réactions des 9 espèces au marcottage aérien en fonction de deux substrats.
- Figure 20 (p46) : Proportion des réactions en fonction du substrat utilisé pour les marcottes aériennes de 9 espèces.
- Tableau 18 (p47) : Résultats quantitatifs et proportionnels des 17 espèces étudiées pour la multiplication par marcottage terrestre.
- Tableau 19 (p50) : Hypothèses quant aux aptitudes à la propagation artificielle par induction du drageonnement pour les 16 espèces étudiées. Des suggestions quant aux types de blessure à infliger selon l'espèce sont indiquées entre parenthèses ou crochets selon ces abréviations : A-Annélation ; DA-Demi annélation ; RS-Racine sectionnée.
- Tableau 20 (p51) : Aptitudes à la multiplication par marcottage aérien pour les 17 espèces étudiées.
- Figure 21 (p53) : Synthèse des aptitudes à la multiplication végétative pour chaque espèce en fonction de chaque mode étudié dans notre étude.

I – Introduction

Avec un PIB par habitant de 240\$ (Universalis, 2004), l'Ouganda, pays enclavé d'Afrique de l'Est, est l'un des plus démunis du continent. La forte croissance démographique ; 2,9 % en 2000 (Kanabahita, 2001), engendre de grandes pressions anthropiques sur le milieu, en particulier sur la ressource ligneuse, par la recherche continue de nouveaux espaces agricoles et pastoraux. Cette présente étude prend place dans le district de Bushenyi (Sud-Ouest du pays), où le bois est la principale source d'énergie pour 99,6 % de la population (Omulen, 1997), et représente un des principaux matériaux de construction. Les arbres et arbustes sont également sollicités dans le cadre de la médecine traditionnelle, qui prend une place primordiale afin de pallier le manque de réseaux de soins (hôpitaux, cliniques, dispensaires) souvent épars.

Le taux de déforestation de 2 à 8 % par an (Kanabahita, 2001) selon les réserves forestières, ainsi que la quasi disparition des ligneux dans les systèmes agricoles, mettent en péril la régénération naturelle de nombreuses essences. Cette issue, principalement due à des coupes précoces (avant avoir atteint leur stade de maturité), est appuyée par les difficultés de multiplication par voie sexuée de certaines d'entre elles. En effet, malgré les conditions climatiques favorables, certaines graines exigent des conditions particulières pour leur germination en milieu naturel, et/ou sont difficiles à élever et maintenir en milieu contrôlé (pépinière).

Aussi, ces composantes naturelles et anthropiques engendrent une raréfaction d'espèces médicinales indispensables aux tradipraticiens.

Dans le district de Bushenyi, des tradipraticiens ont mis en place un centre de soin traditionnel : Rukararwe. Les remèdes sont élaborés à base de plantes, pour une partie récoltées dans un jardin et une forêt médicinale, pour l'autre récoltées dans la région. Aujourd'hui, le manque de matériel végétal limite les tradipraticiens qui ne peuvent plus répondre, qualitativement et quantitativement, aux besoins de la population locale. Une des priorités du centre de soin est d'acquérir une certaine autonomie par le biais d'un approvisionnement autonome en extraits médicinaux (feuilles, écorces, racines, fleurs ou fruits).

Ainsi, notre étude a pour principal but de proposer aux tradipraticiens de Rukararwe des méthodes simples, efficaces et peu coûteuses de multiplication d'essences médicinales prioritaires.

Les données sur la multiplication de ligneux par la voie sexuée (graines), sont présentes pour de nombreuses espèces tropicales. Les protocoles expérimentaux sont bien définis pour le stockage, le traitement, la germination et l'entretien des graines (Katende,

Aussi, notre étude est focalisée sur la multiplication végétative, qui pourrait s'avérer un outil efficace de régénération des ligneux des régions tropicales humides. Notamment pour des essences dont la reproduction sexuée est difficile.

Enfin, les essences issues de la multiplication végétative pourraient, par leur vitesse de croissance et d'adaptabilité accrues, pallier plus rapidement et efficacement la disparition des ligneux dans la région.

Quatre grandes techniques de multiplication végétative sont étudiés pour répondre à nos hypothèses : le marcottage aérien, le marcottage terrestre, le bouturage et l'induction du drageonnage.

Les résultats de ces expériences devrait permettre un accroissement quantitatif d'arbres médicinaux intéressants pour le centre de soin. D'autre part, cette étude permettra d'établir un protocole efficace à la multiplication végétative en milieu naturel et contrôlée, d'élargir les connaissances, et de compléter les données scientifiques sur ces méthodes dans cette région.

Cette présente étude intègre un programme développé par le Centre International de Recherche en AgroForesterie (ICRAF), basé à Kampala en Ouganda. Une première partie (2002-2004) consistait en l'élaboration d'un jardin médicinal, l'amélioration des unités de production de soins traditionnels, ainsi que le développement d'une pépinière dédiée à la reproduction sexuée des végétaux (graines). Ce soutien financier et scientifique a permis d'optimiser l'efficacité du centre de soin de Rukararwe. Notre étude complète ce programme, en diversifiant les modes de multiplication, afin de remédier aux difficultés rencontrées lors de la production de ligneux par voie sexuée. Notre étude vise également à enseigner ces modes de régénération aux techniciens du centre, en leur proposant d'autres alternatives pour la multiplication d'arbres et arbustes médicinaux indispensables.

II - Synthèse bibliographique

Les différents modes de multiplication végétative

Après une succincte définition de la multiplication végétative, sont exposés les différents types de propagation qui seront utilisés lors de notre étude.

II-1) Définition de la multiplication végétative

La multiplication végétative est un mode de reproduction d'un végétal à partir de certains de ses tissus ou organes sans intervention de la sexualité. Note 1 : la MV peut s'effectuer à partir de bourgeons détachés de l'individu porteur, mais aussi de simples fragments de racines ou de tiges, de boutures ou encore de réenracinement de tiges aériennes (marcottage), ou bien de drageons émis par des tiges souterraines ou des rhizomes. La reproduction, dans ce cas, s'effectue à l'identique (Da Lage et Métaillé, 2000).

Les phénomènes de dédifférenciation et de totipotences des cellules végétales sont sollicités pour la néoformation d'organes (rhizogenèse, caulogenèse). La multiplication végétative présente de nombreux avantages (Jaenicke, 2003) :

- la capture d'un génotype intéressant, comme par exemple un individu plus grand producteur de fruits.

- la sélection d'individus femelles ou mâles dans le cas d'espèces dioïques, ou la création d'un ratio particulier (quelques pieds mâles pollinisateurs pour une majeure partie de pieds femelles par exemple)

- le remède aux difficultés de germination de graines de certaines espèces (graines récalcitrantes ou à faible pourcentage de germination)

- la multiplication d'espèces dont les fruits ne contiennent pas de graines, et dont l'intérêt pour la consommation humaine est notable (exemple de la banane).

- la possibilité de conserver la ressource végétale face aux fortes exploitations anthropiques de certaines espèces, qui ne peuvent parfois atteindre l'âge de la maturité, et où la régénération naturelle est donc inexistante.

- les individus issus de cette méthode atteignent la maturité plus rapidement, ce qui est utile pour des espèces à cycle de développement très long.

- lors d'expérience scientifique sur plusieurs générations, les perturbations génétiques sont en principe nulles.

- par marcottage terrestre ou drageonnage, il n'y a pas de stress dû à l'adaptation à l'environnement local.

Cependant, ce mode de multiplication présente également quelques dangers (Jaenicke, 2003):

- les plantations monoclonales ont très peu de chance de réagir à des perturbations

Une différence est faite entre multiplication végétative et propagation végétative. La propagation végétative est par définition un processus de colonisation d'un terrain par la végétation sans intervention de la reproduction sexuée. (Da Lage et Métaillé, 2000)

Les définitions pour ces deux termes sont nombreuses, et dans certains cas, et selon les auteurs, se recoupent. Dans notre étude, nous parlerons de propagation végétative pour le marcottage terrestre et l'induction du drageonnage (phénomène de colonisation de proche en proche), et de multiplication végétative pour le bouturage et le marcottage aérien (séparation rapide et contrôlée des fragments expérimentés). Nous conserverons, au sens large (toutes les techniques confondues), le terme de multiplication végétative.

Les prochains points de cet exposé introduisent les principales caractéristiques de différents modes de multiplication végétative qui seront utilisés lors de notre étude.

II-2) Le bouturage

- Définition

Le bouturage est un procédé de multiplication végétative qui implique qu'il y ait séparation entre le fragment d'axe et la plante-mère avant tout phénomène de néoformation nécessaire à la régénération d'un nouvel individu (Bellefontaine et Monteuis, 2002). Les boutures de tiges et les boutures de racines sont mises en culture afin d'obtenir une néoformation de racines adventives (rhizogenèse) et une néoformation de pousses feuillées (caulogenèse), et donc de reproduire un nouvel individu autonome. Afin de bien différencier ces deux techniques, qui dans la littérature internationale sont rarement précisées, Noubissié-Tchiagam et Bellefontaine (2004) ont opté pour un néologisme, et ont utilisé pour les boutures de racine le terme de « segmentures » (prélèvement de segments racinaires).

II-3) Le drageonnage

- Définition

Le drageonnage est un procédé de propagation végétative permettant à certaines espèces, arborescentes ou non, de se propager voire de coloniser le milieu par la formation de tiges adventives à partir du système racinaire (Bellefontaine et Monteuis, 2002). Cette néoformation de pousses à partir de racines, généralement traçantes ou superficielles, différencie le drageon du rejet de souche. Ce dernier se développe sur une structure anatomique de tige (Bellefontaine et Monteuis, 2002). La formation de drageons peut être naturelle, suite à un chablis, à une mort sur pied, aux activités animales souterraines. Ils peuvent également prendre naissance suite à des perturbations anthropiques (blessure de la racine lors de sarclage manuel ou labour).

- Induction du drageonnage

Dans le cadre de revégétalisation partielle et localisée d'un espace, ou de propagation *in situ* d'espèces intéressantes pour les populations locales le drageonnage peut être induit de

Chaque facteur déclencheur équivaut à un stress pour le pied mère. Dans le contexte de cette étude, la mise à feu, l'élagage intense et le couchage sont des procédés trop draconiens pour le petit peuplement forestier disponible (certaines espèces n'étant représentées que par 1 individu). Aussi sont privilégiées les techniques de blessure de la racine.

- Affranchissement des drageons

L'affranchissement est la rupture du lien reliant l'arbre mère au drageon. La séparation des drageons par nécrose de la racine-mère, autrement appelée auto-amputation (Noubissié-Tchiagam et Bellefontaine, 2004) permet de former des individus autonomes et génétiquement identiques au pied mère. Le drageon est donc physiologiquement capable, chez certaines espèces et plus ou moins rapidement, de former son propre appareil racinaire et ainsi de s'auto-provisionner en nutriments. Cependant, trop peu d'études ont été menées à ce sujet, et il est difficile de connaître l'élément déclencheur du sevrage (si il existe), ou le stade de développement suffisant à son autonomie.

II-4) Le marcottage aérien

- Définition

Le marcottage aérien est un procédé de multiplication réalisé directement sur l'arbre, sur des portions choisies de tiges (ou de petites branches). Le but de cette méthode est d'induire des racines adventives sur la tige par l'intermédiaire d'un dispositif de terre porté autour de cette dernière (maintenue en place par un sac en polyéthylène transparent). La tige peut être blessée via une annélation ou laissée en l'état (Tchoundjeu et Jaenicke, 2002).

Le temps nécessaire à la production de nouvelles racines est variable d'une espèce à l'autre. Le succès de ces expériences dépend de facteurs externes (humidité, température), comme de facteurs propres à la plante (activité physiologique, cycle de croissance, âge)

- Sevrage, décrochage et plantation des marcottes aériennes

Les marcottes ayant formé des racines (visibles par transparence, elles recouvrent à cet instant au moins la moitié de la marcotte), sont coupées en dessous du dispositif expérimental (côté proche du tronc). Ce dispositif (plastique et ruban adhésif) est alors soigneusement ôté à l'aide d'un cutter, en prenant garde de ne pas entailler le végétal. La motte de substrat doit être conservée intacte lors de la plantation de ces nouveaux individus. Il est préférable de conserver les jeunes marcottes en pépinière quelques semaines afin de pouvoir contrôler et anticiper tout phénomène perturbateur (sécheresse, température...). Si toutefois ce conseil ne peut être suivi, les marcottes devront être plantées en milieu non contrôlé, lors d'une période humide, afin de garantir un apport en eau à la jeune plantule.

II-5) Le marcottage terrestre (marcottage simple)

- Définition

La propagation végétative par marcottage terrestre est la néoformation de racines à partir de tiges au contact du sol. voire de branches encore reliées au pied mère (Bellefontaine

Tableau 1 : Espèces de notre site d'étude présentant des aptitudes pour une voie de multiplication végétative donnée, selon la légende ci-contre.

Espèces	Familles	Savoirs traditionnels, littérature			
		Drageonnage	Marcottage terrestre	Marcottage aérien	Bouturage
<i>Acacia mearnsii</i>	Mimosaceae	1.3			
<i>Acanthus arboreus</i>	Acanthaceae	3			
<i>Artocarpus heterophylla</i>	Moraceae		2		
<i>Bridelia micrantha</i>	Euphorbiaceae	1			
<i>Brugmansia aurea</i>	Solanaceae	3			
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarinaceae	1			
<i>Croton macrostachyus</i>	Euphorbiaceae	3			
<i>Cyphomandra betaceae</i>	Solanaceae				2
<i>Eriobotrya japonica</i>	Rosaceae	3			
<i>Erythrina abyssinica</i>	Fabaceae	3			2
<i>Euphorbia tirucalli</i>	Euphorbiaceae				2
<i>Ficus natalensis</i>	Moraceae	3			
<i>Hallea rubrostipulata</i>	Rubiaceae	3			
<i>Harungana madagascariensis</i>	Hypericaceae	1.3			
<i>Jatropha curcas</i>	Euphorbiaceae				2
<i>Lantana sp.</i>	Verbenaceae	3			
<i>Leucaena leucocephala</i>	Mimosaceae	1			
<i>Maesa lanceolata</i>	Myrsinaceae	3.			
<i>Markhamia lutea</i>	Bignoniaceae	3			2
<i>Melia azedarach</i>	Meliaceae	1	1		
<i>Morus alba</i>	Moraceae		1		
<i>Newtonia buchananii</i>	Mimosaceae	2			
<i>Passiflora edulis</i>	Passifloraceae				3
<i>Persea americana</i>	Lauraceae	3			
<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	1.3			
<i>Rhoicissus tridentata</i>	Vitaceae	3			
<i>Spathodea campanulata</i>	Bignoniaceae	1.3	1		
<i>Strombosia scheffleri</i>	Olacaceae	3			
<i>Tarenna pavetoides</i>	Rubiaceae	3			
<i>Tetradenia riparia</i>	Lamiaceae	3			
<i>Toddalia asiatica</i>	Rutaceae	3			
<i>Trema orientalis</i>	Ulmaceae	1			2
<i>Vernonia amygdalina</i>	Apocynaceae	3			
<i>Warburgia ugandensis</i>	Canellaceae	3			2.3

- Affranchissement des marcottes

L'induction de ce mode de propagation tend à reproduire un nouvel individu à proximité de l'arbre mère. L'affranchissement se déroule en plusieurs étapes. La première consiste en la production de nouvelles racines par la tige maintenue à proximité du sol par une branche fourchue. Les racines ainsi produites vont pouvoir, au fur et à mesure de la croissance de l'axe aérien, suffire à la nutrition de la tige. Alors, une séparation avec l'arbre mère peut être envisagée, soit par « déconnection » naturelle (par attaque de termites, dessèchement de la partie proximale de la tige), soit par une section volontaire. Une fois déconnectée de l'arbre mère, la tige nouvellement enracinée peut être considérée comme un individu indépendant.

II-6) Espèces connues pour leurs aptitudes à la propagation végétative

Sont regroupées les espèces présentant des aptitudes à se propager naturellement par voie végétative (Tab. 1). Les espèces mentionnées sont celle retrouvées sur le site de notre étude. Les différentes voies de propagation sont présentées en intitulé de colonne, les chiffres donnés correspondent aux sources bibliographiques suivantes :

- 1 : Bellefontaine, R., 2005
- 2 : Katende et al., 1995
- 3 : savoir traditionnel

Une enquête plus approfondie sur les aptitudes au drageonnement naturel (cf. Annexe 2-3) des espèces de la région d'étude est effectuée auprès de la population locale (110 personnes interrogées). Les résultats obtenus, trop volumineux, ne nous permettent pas de les relater dans ce mémoire. Ces données supplémentaires pourront être reprises ultérieurement pour la poursuite de cette étude (2006).



Figure 1 :
 Carte des frontières de l'Afrique. Localisation de l'Ouganda.
Echelle : 1cm = 650km
 (www.populationdata.net)



III - Matériel et méthodes

III-1) Présentation du site

III-1-1) Afrique de l'Est, Ouganda (Fig. 1 et Fig. 2)

L'étude se déroule en Ouganda de mars à septembre 2005. Le pays est situé en Afrique de l'Est entre la République Démocratique du Congo, le Soudan, le Kenya, la Tanzanie et le Rwanda. L'Ouganda s'étend des latitudes 4° Nord à 1° Sud, et s'étale des longitudes 30° et 35° Est. L'étude s'effectue dans le sud ouest du pays, à proximité immédiate de l'équateur, dans la région d'Ankole, précisément dans le district de Bushenyi.

III-1-2) Description du district de Bushenyi

III-1-2-1) Description socio-économique

« Bushenyi district » est l'un des 56 districts ougandais. Il compte plus de 700 000 habitants. La principale ressource est l'agriculture, qui joue un rôle majeur (87% de la population) dans le mode de vie de ses occupants (Omulen et *al.*, 1997). Les opportunités commerciales à grande échelle étant limitées, la majeure partie des habitants du district sont impliqués dans une agriculture de subsistance, avec la culture de banane, café, thé et l'élevage de bovins et de caprins.

Avec un taux d'accroissement annuel de 2,36% en 1997 (Omulen et *al.*), et des planings familiaux peu suivis, la population du district croît rapidement. Aussi, les pressions anthropiques sur l'environnement sont fortes, par la recherche permanente de nouveaux espaces pour la culture et la pâture du bétail. De plus, 99,6% de la population utilisent le bois comme source d'énergie (bois de chauffe et charbon de bois), ce qui a entraîné la raréfaction des ligneux au sein des systèmes agricoles, mais qui a également contribué aux prélèvements illégaux dans les réserves floristiques et faunistiques du district (et plus largement de la région). Enfin, 70 % de la population vivent dans des logements précaires, construits de bois et torchis, ce qui engendre à nouveau la consommation du bois, cette fois de construction.

D'un point de vue de la santé et des dispositifs de soins dans le district, un réseau d'hôpitaux, de cliniques et de dispensaires est en place dans les milieux urbains et périurbains, mais sont souvent mis à mal par le manque de personnel qualifié et de matériel. Le milieu rural est quant à lui bien moins servi. Ainsi, la médecine traditionnelle joue un rôle prédominant dans le maintien de conditions sanitaires satisfaisantes pour la population. Cependant, la raréfaction des essences médicinales entraîne une décroissance d'efficacité des tradipraticiens (ou guérisseurs) tant au point vue de la diversité des pathologies curables que

III-1-2-2) Description physique (Fig. 3)

Le district est bordé au Nord Est par le Ruwenzori (5 119m), vaste chaîne de montagnes qui marque la frontière avec la République Démocratique du Congo et au Sud Est par la chaîne du Mufumbiro (4 132m) qui marque la frontière avec le Rwanda.

Le réseau hydrographique est dense, et couvre la totalité du district. Les cours d'eaux sont en général permanents tout au long de l'année, des sommets aux deux principaux exutoires : le lac George et le lac Edward. Il existe également au Sud et à l'Est du district de vastes réseaux marécageux (98km² au total) de niveaux variables selon la saison.

Le district est bordé à l'Ouest et au Nord par un parc national (Queen Elisabeth Park) et une série de lacs (Lac Edward, Lac George). Ces derniers occupent la totalité de la plaine de cette région (en vert sur la carte), positionnée à 900 m d'altitude.

La population réside sur les plus hautes altitudes variant de 1 000m à 2 500m. Ces fortes variations altitudinales marquent le paysage, qui est caractérisé par des séries de collines (montagnes) de pentes moyennes à fortes et très rapprochées.

III-1-2-3) Description de la végétation (cf. Annexe 1-1)

Le district possède, du fait des variations altitudinales, une végétation variée ; des marais de basse plaine aux forêts de moyenne altitude (Omulen et al., 1997). Nous distinguons quatre formations majeures :

- Forêt tropicale, de moyenne altitude. Forêt sempervirente dominée notamment par le genre *Parinari*.

- Savane arborée, dominée par les genre *Acacia* et *Combretum*.

- Savane arbustive

- Prairie, dominée par des herbacées pérennes du genre *Hyparrhenia*, *Themeda* et *Loudetia*.

A noter que ces formations végétales sont fortement perturbées par les activités anthropiques. Les milieux sont largement modifiés sur les pourtours des zones urbaines et périurbaines.

III-1-2-4) Description géologique et pédologique (cf. Annexe 1-2)

Le district compte quatre types de roches :

- roche précambrienne (1,3-1,4 billions d'années) : quartz, schistes.

- roche du système Bunyoro-Toro (3,5 billions d'années) : phyllithes et schistes.

- roche sédimentaire du cénozoïque (alluvions) : sable et argile

- roche volcanique, issue des activités éruptives du quaternaire.

De ces systèmes géologiques, et du mode climatique, sont issues différentes structures pédologiques. Les sols dominants dans le district sont les sols ferralitiques, mais il existe également des andosols, lithosols et cambisols.

La fertilité qu'engendrent ces types de sol est variable localement. Les contraintes

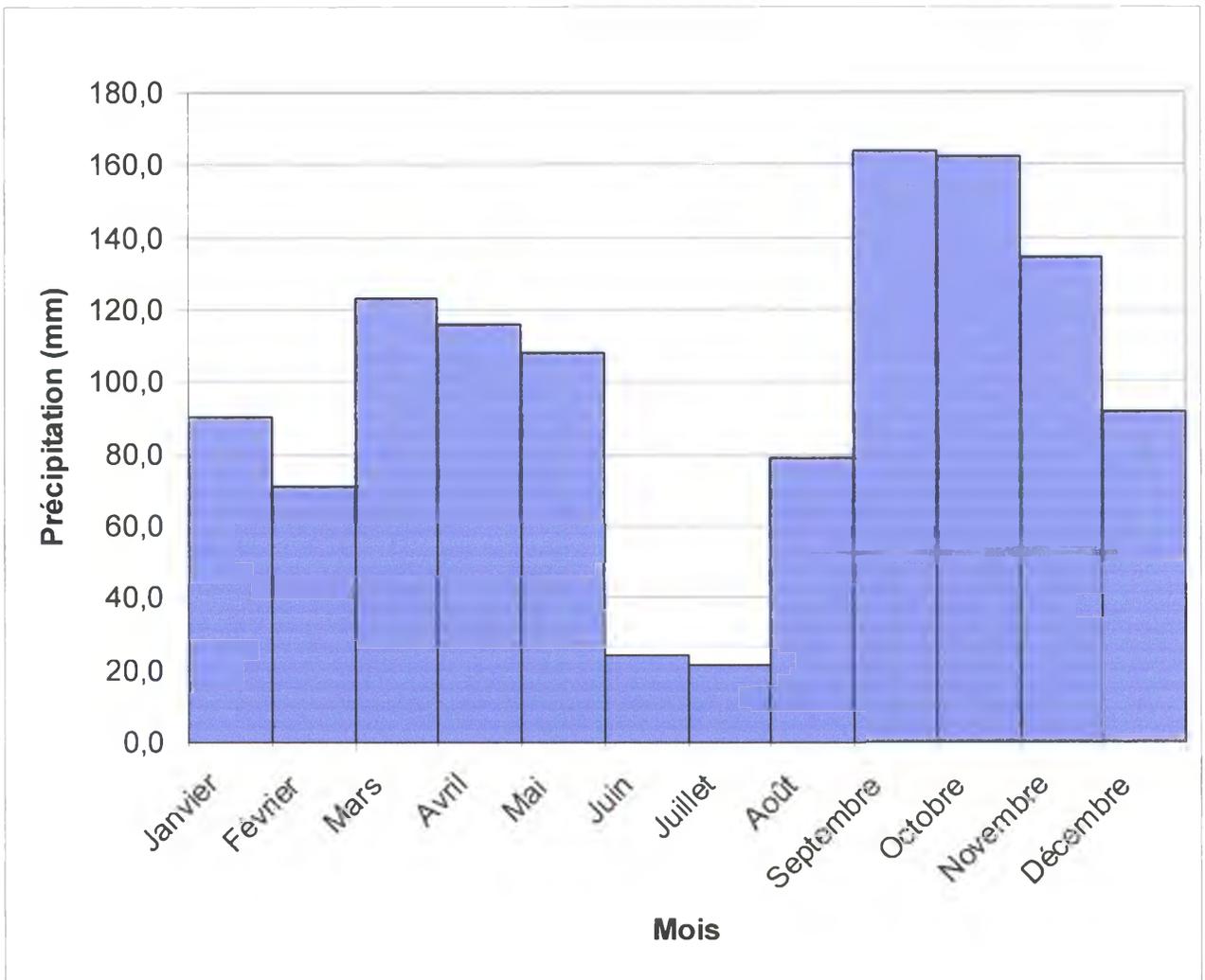


Figure 4 : Moyennes des précipitations totales mensuelles de 1998 à 2005

III-1-2-5) Description climatique

-- Pluviométrie

La contiguïté de l'équateur engendre de grandes variations locales et interannuelles du climat. Il est difficile de dresser un état des conditions climatiques à l'échelle du district. De plus, les stations météorologiques fonctionnelles sont rares, ce qui rend d'autant plus difficile une analyse pour le district.

Toutefois, afin de présenter une tendance générale du régime des pluies dans la région, nous avons établi une moyenne des précipitations pour les 8 dernières années. La moyenne annuelle des précipitations totales est de près de 1180 mm.

Les chiffres mentionnés dans le tableau 2 ci-dessous proviennent de la station météorologique de Bushenyi (5 km de Rukararwe). Il s'agit des précipitations totales mensuelles pour les années 1998 à 2005 (année en cours).

Tableau 2 : Précipitations totales mensuelles (en mm) pour les années 1998 à 2005.

Années	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
2005	75,7	25,9	156,6	51,2	93,7	3,3	4,9	113,7*	-	-	-	-	-
2004	84,8	101,6	178,7	129,1	manquant			79,4	115,7	121,9	91,9	48,1	951,2
2003	80	17,2	106,2	169,9	197,8	89,1	21,6	41,2	306,9	147,7	96,8	124,7	1399,1
2002	76	53,4	82,1	160,5	209,5	2,9	44,5	128	37,7	134,3	133,4	85,5	1147,8
2001	67,4	86,2	118,7	114,7	63,7	32,6	50,6	83,7	315	170,3	147,9	129,2	1380
2000	112,2	122,7	124	94,1	89,7	16,4	4	57,3	103,6	172,7	173,5	126,5	1196,7
1999	102,1	43,8	138,6	107,3	37,2	0	0	97,5	140,1	151,7	198,7	64,3	1081,3
1998	124,8	115,8	82	101,7	64,7	25,1	23,6	29,8	127,9	237,9	100,4	63,9	1097,6
Moy.	90,4	70,8	123,4	116,1	108,0	24,2	21,3	78,8	163,8	162,4	134,7	91,7	1179,1

* : total incomplet (données obtenues le 24 août)

La figure 4, ci-contre, représente graphiquement les modules pluviométriques de la moyenne des précipitations totales mensuelles de 1998 à 2005.

Notons la présence de deux périodes à faible pluviométrie correspondant à la « petite » saison sèche (février) et la « grande » saison sèche (juin et juillet).

-- Températures

Les températures sont quant à elles très stables tout au long de l'année, avec très peu de variations au niveau interannuel. La moyenne mensuelle des amplitudes journalières est de 26°C pour le maximum, et de 14°C pour le minimum. Ces chiffres sont valables pour les 12 mois de l'année. La température mensuelle moyenne est par conséquent stable à 20-22°C toute l'année.

L'amplitude moyenne des températures journalières est supérieure à l'amplitude moyenne des températures saisonnières, ce qui confirme le caractère équatorial du climat.

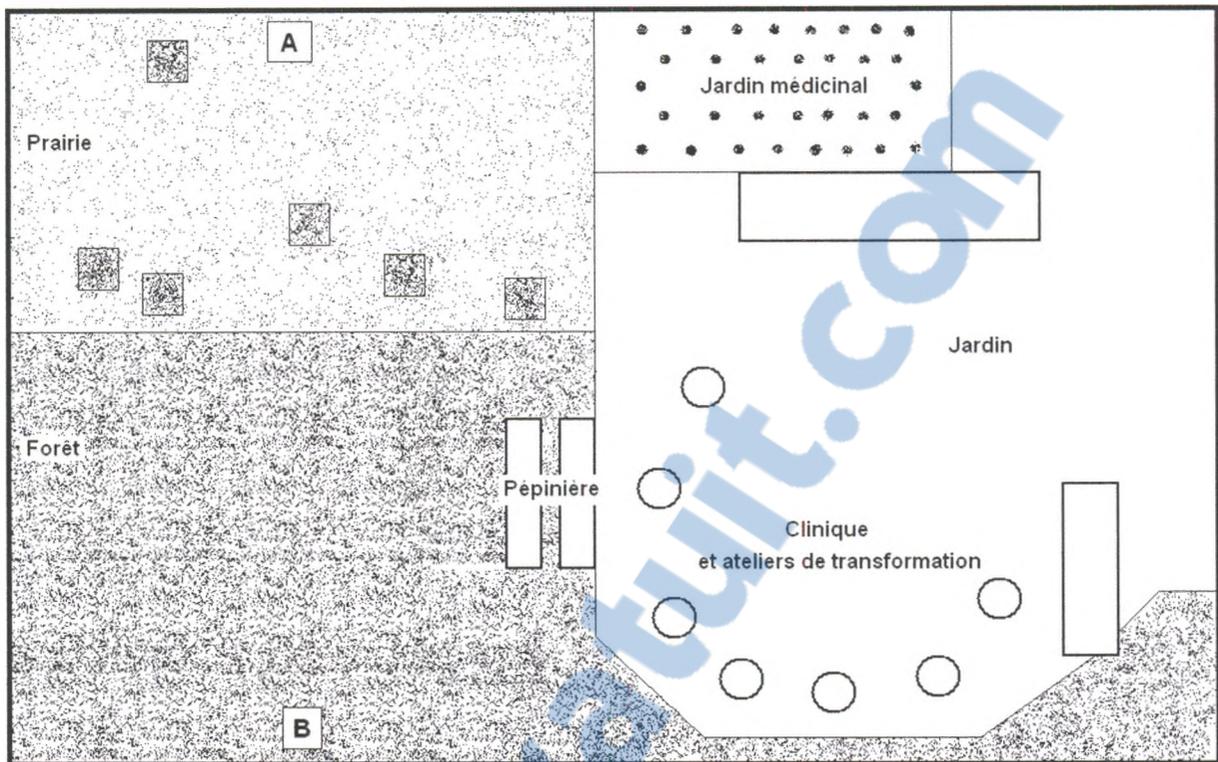
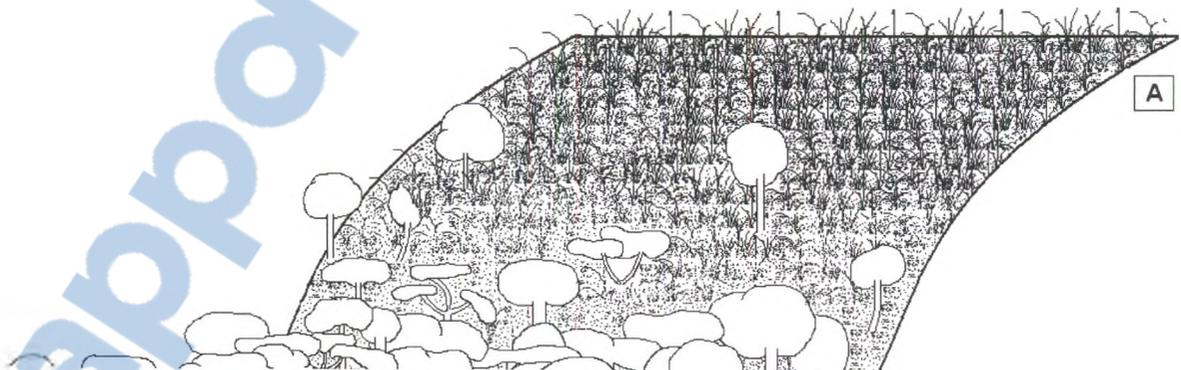


Figure 5 : Organisation schématique de la répartition végétale de Rukararwe.



III-1-3) Description du site d'étude : Rukararwe

III-1-3-1) Végétation et topographie.

Rukararwe est un centre de soin implanté, il y a 15 ans, sur un terrain de pente moyenne constitué dans son intégralité par une strate herbacée pérenne. Est alors organisé autour de la clinique et des différents ateliers de transformation des plantes un vaste jardin ornamental constitué d'une pelouse entretenue et d'une trentaine d'arbres dont majoritairement les genres *Pinus*, *Psidium*, *Mangifera*, *Grevillea* (environ 6 ha). Autour de cette structure aménagée ont été plantées des essences médicinales formant aujourd'hui une forêt à régénération naturelle dans la partie basse du site (environ 2 ha), et une prairie naturelle parsemée d'arbres dans la partie haute (environ 2 ha).

La partie boisée, sur laquelle une plus grande attention sera portée, est jeune (15 ans), mais densément peuplée. Nous distinguons nettement deux strates (arborée et arbustive). La strate arborée est principalement représentée par les espèces *Eucalyptus grandis* (partiellement plantée), *Persea americana* (partiellement plantée), *Vitex sp.* (partiellement plantée), *Maesopsis eminii* et *Zanthoxylum gillettii* (plantées). La strate arbustive (à semi arborée) est représentée principalement par les espèces *Calliandra calothyrsus* (partiellement plantée) *Eriobotrya japonica* (plantée), *Leuceana leucocephala* (plantée) et *Solanecio mannii* (partiellement plantée).

Dans la partie haute du site, les quelques essences qui parsèment cet espace dominé par des herbacées pérennes sont : *Acacia abyssinica* (plantée), *Croton megalocarpus* (plantée) et *Eucalyptus grandis* (partiellement plantée).

La figure 5 ci-contre présente l'organisation spatiale de la végétation.

Comme précisé plus haut, Rukararwe est implanté sur le versant d'une colline. La végétation change le long d'un gradient topographique, suivant l'orientation indiqué par les lettres A et B sur la figure 5, et représenté en coupe sur la figure 6 ci-contre.

Afin de mieux comprendre cette répartition végétale, et de répondre aux questions des tradipraticiens quant à l'inégalité de densité de peuplement, une étude pédologique le long du gradient topographique est entreprise. Cette initiative a pour but de caractériser le sous sol, afin d'apporter des solutions pour une meilleure gestion de la partie haute du site. Elle entre également dans le cadre d'une sensibilisation de la population locale sur l'importance et les conséquences de la nature d'un sol.

III-1-3-2) Pédologie.

Sur la longueur du site trois fosses pédologiques sont creusées afin d'étudier la distribution des horizons dans le sol :

-- La première fosse (Fig. 7) est localisée dans la partie basse du site. La végétation est

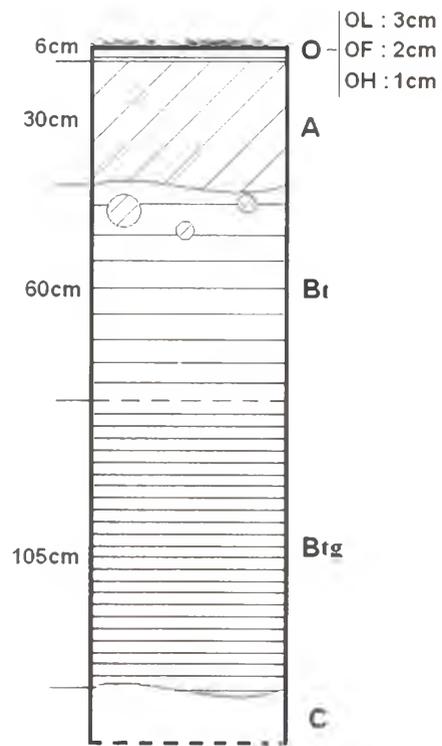
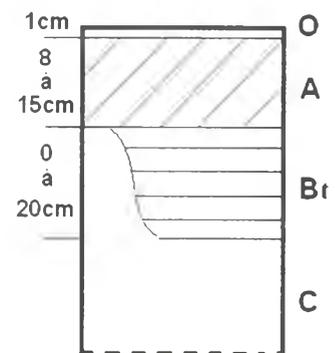
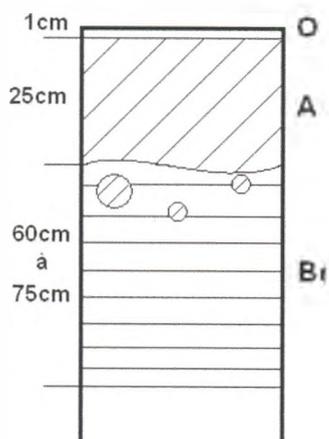


Figure 7 : Schématisation de la fosse pédologique n°1. Bas de la pente, végétation de type forestier.



Nous pouvons également observer de nombreuses racines. Ce milieu est la base nutritive de la végétation. Sa limite inférieure est nette mais sinueuse.

Horizon Bt : accumulation d'argile et de fer, d'épaisseur 60cm, de couleur orange résultant de la présence de fer. Cet horizon est de structure très massive, compacte et lisse à la cassure, de texture argileuse. Nous observons en faible nombre des inclusions de matière organique, organisées en taches sombres, peu de racines sont présentes. La limite inférieure est graduelle et sinueuse.

Horizon Btg : horizon d'accumulation d'épaisseur 105cm. Nous distinguons une matrice de couleur brun clair, avec de nombreuses taches rouges témoignant la présence de fer à l'état oxydé, formant parfois des concrétions ferriques. La structure est très compacte formant des agrégats de 3 à 4cm à la cassure, et la texture argileuse. Cet horizon peut être assimilé à un pseudogley, avec donc une hydromorphie temporaire. Absence de racines. La partie inférieure de l'horizon présente des cailloux de 2 à 8 cm de diamètre provenant de la roche mère dégradée de l'horizon inférieur. La limite de cette couche est donc graduelle.

Horizon C : dernier horizon visible de la fosse, et donc d'épaisseur inconnue. Il s'agit de la partie altérée de la roche mère. La densité de cailloux (de 1 à 5-10cm de diamètre) est importante. Aucune forme végétale dans cet horizon.

Les deux fosses pédologiques suivantes possèdent les mêmes horizons que la fosse n°1, à l'exception de la disparition de l'horizon Btg. La composition en terme de structure et de texture est semblable. Seules les épaisseurs varient, les couches s'amenuisant graduellement du bas vers le haut de la pente.

-- La seconde fosse (Fig. 8 ci-contre) est creusée dans la partie pentue du site, correspondant à la partie de transition entre espace forestier et espace prairial.

Horizon O : organique. 0,5 à 1cm d'épaisseur.

Horizon A : organo-minéral. Epaisseur 15cm.

Horizon Bt : accumulation d'argile et présence de fer. Epaisseur 60 à 75cm

Horizon C : altération de la roche mère.

-- La troisième fosse (Fig. 9 ci-contre) est creusée sur la partie haute du site. La végétation est exclusivement représentée par des herbacées pérennes. Nous constatons la disparition de certains horizons :

Horizon O : organique. 0,5 à 1cm d'épaisseur.

Horizon A : organo-minéral. Epaisseur variable ; 8 à 15cm.

Horizon Bt : non présent sur toute la largeur du profil, et donc d'épaisseur variable : 0 à 20cm.

Horizon C : altération de la roche mère

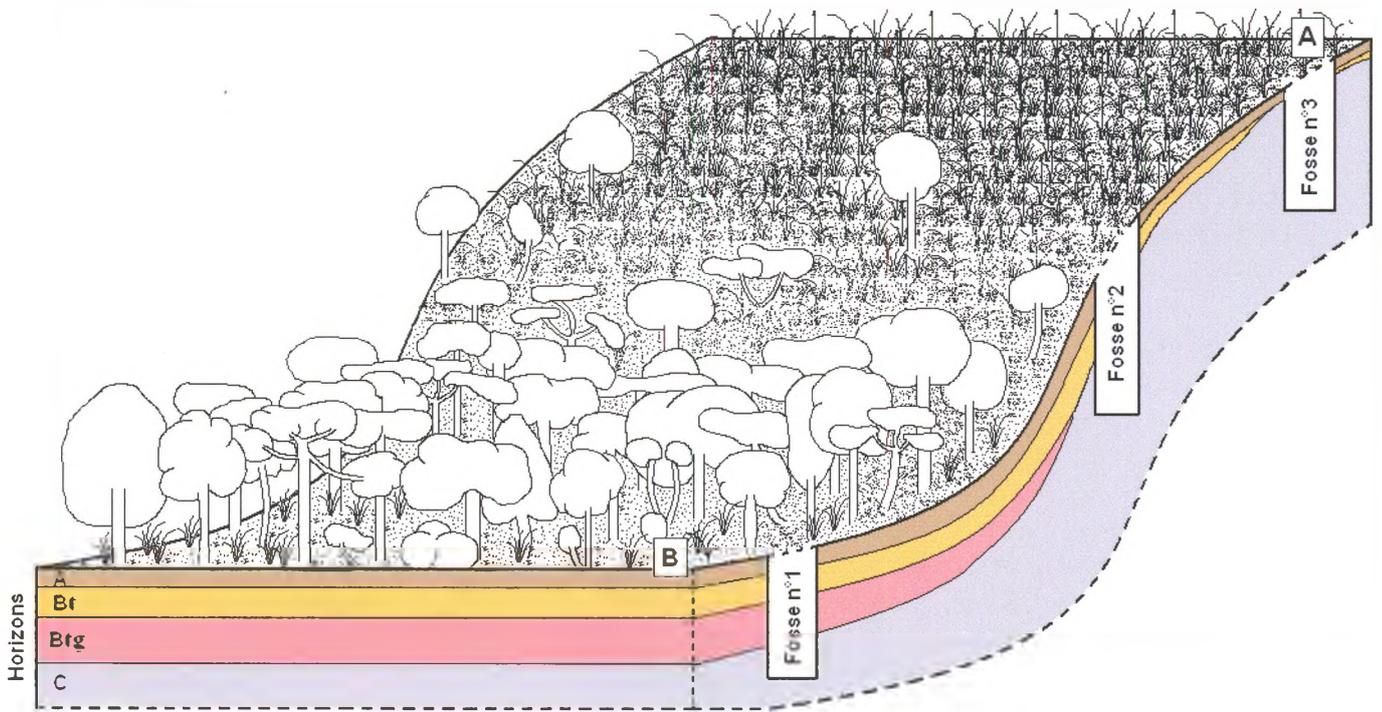
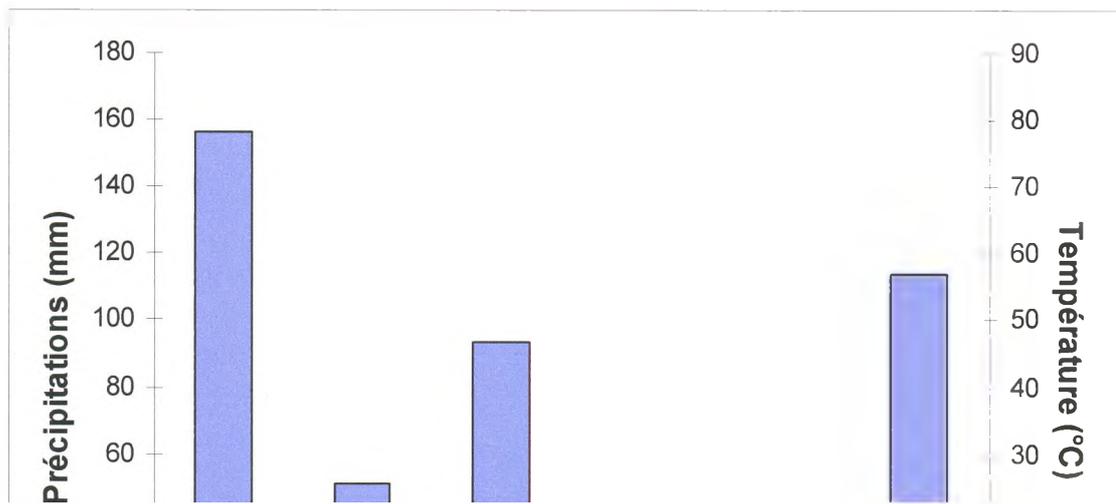


Figure 10 : Mise en relation de la pédologie et de la répartition végétale à Rukararwe. L'emplacement de la disparition de la couche Btg est supposé.



-- Interprétation de la toposéquence

La topographie du site a engendrée une différenciation graduelle de l'épaisseur des sols. La pente et le régime hydrique (climat équatorial, précipitations importantes sur sol dénudé par les anciennes pratiques agricoles) induisent le transport de la matière et de ses éléments. Ces derniers sont exportés de la partie haute pour enrichir la partie basse. Ainsi, l'épaisseur des sols est variable le long de cette toposéquence, avec une profondeur totale de 10 à 30cm dans la partie haute, et de 200cm dans la partie basse.

Les différences de densité et de nature de la végétation sont la résultante des conditions pédologiques du site. La partie haute ne peut supporter, d'un point de vue physique (enracinement) comme physiologique (sol mince, appauvris en nutriments), une végétation de type forestier. La schématisation finale (Fig. 10), reporte ce lien.

Sont alors préconisées aux tradipraticiens du centre des espèces capables de parer les contraintes de cet espace. Il s'agit d'espèces :

- tolérantes à des conditions édaphiques non favorables (*Acacia, Pinus, Eucalyptus*)
- présentant un enracinement traçant (*Balanites*)
- arbustives présentant des possibilités d'amélioration de la fertilité du sol (genres

Sesbania, Calliandra, Crotalaria...)

III-1-3-3) Conditions climatiques locales (mars à septembre 2005)

Des données météorologiques sont collectées dans un institut agricole, à 5km de Rukararwe (Bushenyi District Farm Institut, 2005). Malgré d'importantes variations climatiques à l'échelle locale, principalement dues à la proximité de l'équateur, ces données seront assimilées aux conditions climatiques de Rukararwe.

Les données pluviométriques journalières pour l'année 2005 sont présentées en annexe (cf. Annexe 5-1). Le tableau 3 ci-dessus présente les totaux mensuels pour cette même année. Les mesures ont été obtenues le 23 août. Aussi, le total pour ce dernier mois est provisoire.

Tableau 3 : Somme des précipitations (mm) de l'année 2005 en cours.

	Janvier	Février	Mars	Avril	May	Juin	Juillet	Août
Pluviométrie (mm)	75,7	25,9	156,6	51,2	93,7	3,3	4,9	*113,7*

Les températures journalières de mars à septembre 2005 sont présentées en annexe (cf. Annexe 5-2). Le tableau 4 ci-dessus présente la moyenne mensuelle des températures.

Tableau 4 : Moyennes mensuelles des températures (°C) de mars à septembre 2005.

	Janvier	Février	Mars	Avril	May	Juin	Juillet	Août
Températures (°C)	-	-	20,2	20,3	19,7	19,6	19,2	*20,3*

De ces deux bases de données, nous pouvons établir un diagramme ombrothermique

III-2) Sélection des espèces médicinales à propager

III-2-1) Inventaire spécifique de la forêt médicinale de Rukararwe

Une première partie consiste à recenser la diversité floristique de la forêt médicinale de Rukararwe, afin de déterminer d'un point de vue quantitatif les essences disponibles pour les tradipraticiens. Cette base de donnée nous permettra de différencier les espèces minoritaires, majoritaires, voir envahissantes, et nous donnera un état des lieux des ressources disponibles pour l'élaboration des traitements. Ainsi, chaque arbre de diamètre supérieur à 5 cm D1,3 m (Diamètre à 1,3 m de hauteur), et chaque arbuste (mesuré à leur base) sont répertoriés (Mengin-Lecreux et Chabanaud, 1986). Chaque individu inventorié est marqué d'un morceau de ruban adhésif, afin de ne pas compter deux fois un même individu, et de pouvoir plus aisément remarquer les individus non répertoriés. Enfin, à chaque espèce est attribué un numéro d'identification, afin de ne pas inscrire de nom sur les individus, et ainsi d'éviter toute forme de prélèvements illégaux par des personnes extérieures au centre. Sont mentionnés sur les rubans adhésifs (Annexe 6-1) :

- Le numéro d'identification suivi du nombre d'individu de cette espèce à cet instant ;
- L'origine de l'individu : planté (P) ou naturel (N) ;
- La présence (si il y a lieu) d'une forme de propagation végétative (PV).

Le ruban adhésif est résistant à l'eau et le marqueur indélébile. Les étiquettes sont toutefois enlevées une fois l'inventaire terminé.

Enfin, sera mentionné sur le cahier d'inventaire, de manière qualitative, la présence ou non de jeunes pousses issues de régénération naturelle (graines), en plus ou moins grande quantité (suivant l'échelle suivante : faible quantité x ; xx ; xxx ; xxxx grande quantité). Cet aspect figurera dans les critères de sélection qui justifieront le choix des espèces à propager prioritairement.

Les espèces sont identifiées à l'aide de deux ouvrages (Katende et *al.*, 1995 ; Hamilton, 1981). Cependant, ils n'ont pas permis de déterminer l'ensemble des espèces présentes sur le site. Aussi, certains spécimens sont photographiés (feuilles, fleurs, fruits, port de l'arbre). Ces éléments sont envoyés à Mr Arbonnier (CIRAD, Montpellier), qui nous a fourni en retour des planches illustrées relatives à ces espèces. Ces échanges nous ont permis de formellement identifier les espèces prioritaires choisies pour notre étude (cf. sous-chapitre suivant)

III-2-2) Elaboration d'enquêtes pour la sélection des espèces médicinales prioritaires

Afin d'apporter un soutien adapté aux attentes des tradipraticiens, une enquête est menée pour sélectionner les espèces qui, selon eux, sont nécessaires, voir prioritaires pour

Tableau 5 : Liste des espèces prioritaires de Rukararwe. Ces espèces sont testées par voie de marcottage aérien et/ou de marcottage terrestre et/ou d'induction du drageonnage en milieu naturel.

Nom scientifique	Nom anglais	Nom vernaculaire	Famille
<i>Acacia abyssinica</i>		Omunyinya	Mimosaceae
<i>Acacia mearnsii</i>	Black wattle	Karwenda	Mimosaceae
<i>Artocarpus heterophylla</i>	Jackfruit	Fene	Moraceae
<i>Cedrela odorata</i>	Stinking wood	Omunya mazi	Meliaceae
<i>Cedrela sp.</i>			Meliaceae
<i>Harungana madagascariensis</i>	-	Omutaha	Hypericaceae
<i>Helinus sp.</i>		Mufurura	Rhamnaceae
<i>Maesa lanceolata</i>	-	Omuhanga	Myrsinaceae
<i>Mangifera indica</i>	Mango tree	Omuyembe	Anacardiaceae
<i>Markhamia lutea</i>	Markhamia	Omusha	Bignoniaceae
<i>Melia azedarach</i>	Persian lilac	Melia	Meliaceae
<i>Psidium guajava</i>	Gouava	Gouava	Myrtaceae
<i>Rhoicissus tridentata</i>	-	Omumara	Rutaceae
<i>Solanecio mannii</i>	-	Engango	Asteraceae
<i>Spathodea campanulata</i>	Uganda flame	Omwatashare	Bignoniaceae
<i>Strombosia scheffleri</i>	-	Omunya kasikuro	Olacaceae
<i>Tarenna pavettoides</i>	-	Omunya maizi	Rubiaceae
<i>Tephrosia vogelii</i>	-	Muruku	Fabaceae
<i>Tetradenia riparia</i>	-	Omuravunga	Lamiaceae
<i>Warburgia ugandensis</i>	Kenya green heart	Omwiha	Canellaceae
<i>Zanthoxylum gillettii</i>	East African Satinwood	Mulemankobe	Rutaceae

Tableau 6: Liste des espèces prioritaires de Rukararwe. Ces espèces sont testées par voie de bouturage en milieu contrôlé.

Nom scientifique	Nom anglais	Nom vernaculaire	Famille
<i>Acacia mearnsii</i>	Black wattle	Karwenda	Mimosaceae
<i>Hallea rubrospinulata*</i>	-	Omuziko	Rubiaceae

les origines de la rareté (si l'espèce est rare depuis toujours, où si elle se raréfie depuis ces dernières années), ainsi que des précisions concernant le type d'organes prélevés sur l'espèce (feuille, écorce, racine...) et pour quel type, en terme de fréquence de maladie, ces extraits sont employés (maladie commune ou rare).

L'analyse de la partie A permet de réaliser une présélection des espèces à propager au sein de la forêt médicinale par voie de marcottage aérien et/ou terrestre et/ou d'induction au drageonnement.

Les résultats de la partie B nous permettent d'établir une première sélection d'espèces à propager par voie de bouturage dans la pépinière surveillée. Les espèces les plus mentionnées dans cette partie sont sujettes à un second questionnaire (cf. Annexe 2-2). Cette fois, ce dernier est ouvert à l'ensemble des guérisseurs, il s'agit d'une concertation et d'une discussion ouverte autour des réels besoins du centre, qui aboutira à la sélection finale de quatre espèces à propager par voie de bouturage.

De cette série de questionnaires, est établie une liste d'espèces prioritaires pour ce site. Les aptitudes à la propagation végétative sont testées en milieu naturel sur 21 espèces issues de cette liste, par voie de marcottage aérien et terrestre, ainsi que par induction du drageonnement (Tab. 5). Les aptitudes à la propagation végétative par voie de bouturage sont testées en milieu contrôlé sur quatre espèces (Tab. 6).

III-3) Mise en place des boutures en pépinière

Sur chaque essence sélectionnée pour cette expérience (Tab. 6) sont prélevées des boutures de tiges au niveau des branches, ainsi que des segmentures de racines. Ces fragments sont disposés dans des propagateurs, construits pour l'étude et donc disponibles fin mai (Chap. III-3-3, Fig.12), afin d'optimiser les manipulations, mais aussi de mieux contrôler les milieux de culture et le développement racinaire des boutures et segmentures. Enfin, un protocole de suivi de la croissance des échantillons est mis en place.

III-3-1) Prélèvements des boutures et segmentures

III-3-1-1) Boutures

Les boutures sont prélevées les 19, 20, 21 et 23 mai. Dans la mesure du possible, elles sont récoltées sur des individus jeunes (entre 5 et 10 ans), qui présentent des facultés de régénération plus grandes (Hartmann, 1997). Cependant, les espèces recherchées sont devenues peu communes, voire rares dans la région. Il a été possible de prélever du matériel jeune pour *Acacia mearnsii*. En revanche, pour *Warburgia ugandensis*, *Hallea rubrostipulata* et *Bersama abyssinica* seuls de grands arbres (d'âge supérieur à 50 ans) ont été

Les boutures sont plantées dans le substrat, dans des trous de 5 cm de profondeur préalablement effectués à l'aide d'un stylo. Lors des différentes opérations, les boutures sont manipulées avec attention, en prenant garde à conserver la goutte formée sur l'extrémité fraîchement coupée, et d'ainsi protéger la coupe de l'air (Opeke, 1992). De même, la mise en place de la terre autour des boutures s'effectue avec attention, en prenant garde de ne pas trop tasser la terre, mais en s'assurant de ne pas y laisser de poches d'air. Cette dernière manipulation est délicate et le succès des boutures dépend en grande partie de cette étape.

III-3-1-2) Segmentures

Les segmentures sont prélevées les mêmes jours que les boutures, également tôt dans la matinée. Des portions de racine sont récoltées en pleine terre, sur des pieds mères qui présentent des racines superficielles (cf. Annexe 6-2). Une excavation est conduite autour du pied mère, en suivant les racines principales, jusqu'à un diamètre racinaire satisfaisant pour notre étude : 1 à 2 cm (Le Bouler et al, 2002). Sont alors prélevées des longueurs de 50 à 100 cm selon la disponibilité. Les extrémités distales et proximales sont identifiées lors du prélèvement à l'aide d'une légère entaille sur la partie la plus proche de l'arbre mère (partie proximale). Lors des déplacements et des prélèvements, les échantillons sont disposés tant que possible à l'abri de la lumière, enveloppés de tissus ou de plastiques opaques.

Une fois en pépinière, les racines prélevées sont débitées au sécateur en fragments de 6 cm, où nous reportons à nouveau la polarité à l'aide d'une fine entaille (cette différenciation est importante pour éventuellement démontrer, lors de l'analyse des résultats, une extrémité plus apte à la régénération que l'autre). Les fragments sont ensuite disposés horizontalement (Le Bouler *et al*, 2000) dans différents milieux de culture à une profondeur d'environ 5 cm (Harivel *et al*, 2004).

III-3-2) Les différents milieux de culture.

Nous décidons de tester les capacités d'enracinement des boutures et segmentures pour chaque espèce dans trois milieux de culture différents :

- Sol forestier (terre fertile) (50 %) et sable de rivière (50 %); bassines témoins de couleur jaune ;

- Sol forestier (terre fertile) (50 %) et sable de rivière (50 %). Est ajoutée une hormone de croissance en poudre (acide indol-butyrique) à la base des boutures et sur la partie proximale des segmentures ; bassines de couleur bleue ;

- Sol forestier (terre fertile) (50 %) et sable de rivière (50 %) auxquels sont ajoutées des cendres d'origine végétale (procédé local) ; bassines de couleur rouge.

Les boutures et segmentures sont disposées dans des bassines en plastique (L : 36 cm, l : 30 cm, h : 13 cm) dont le fond est percé de trous de 1mm espacés de 3cm. Cette précaution est prise afin d'assurer un drainage satisfaisant des eaux d'arrosage.

III-3-3) Choix de l'environnement de croissance (propagateur et substrat de base)

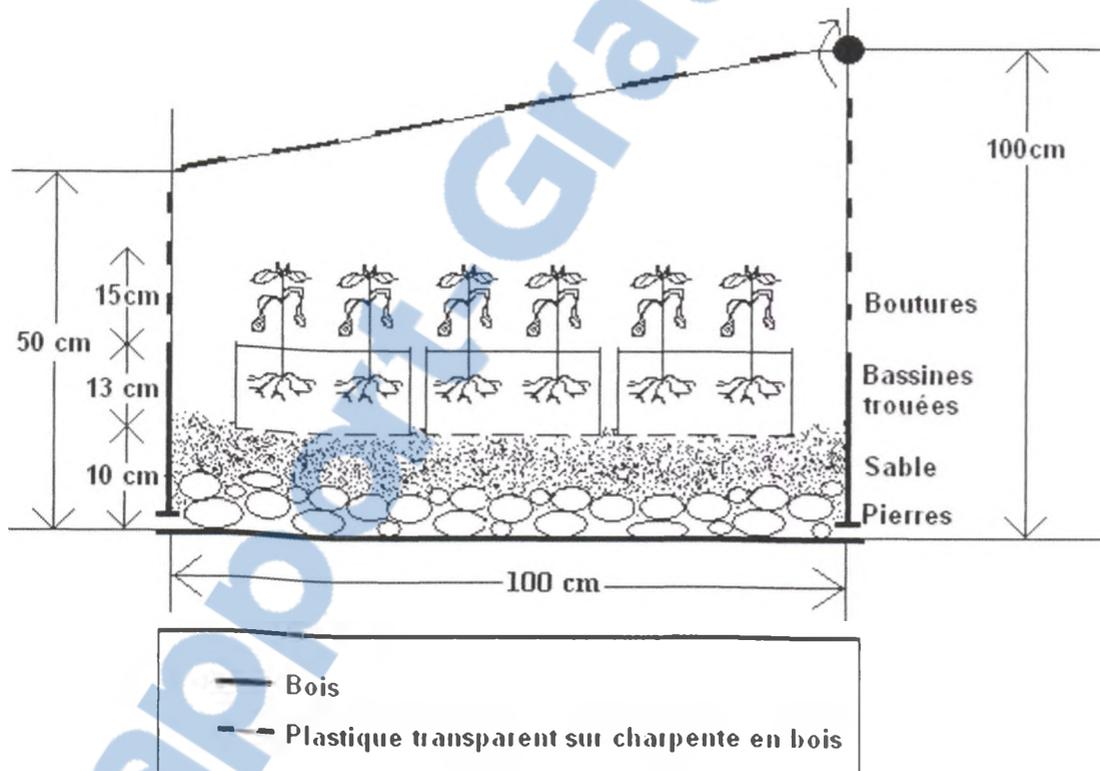
Afin d'optimiser les conditions de croissance des boutures, ces dernières sont disposées dans de petites serres, autrement appelées propagateurs (cf. Annexe 3-1) (Leakey *et al.*, 1990). Afin de pouvoir recueillir la totalité des échantillons, quatre propagateurs sont construits suivant un plan adapté à notre expérimentation (cf. Annexe 3-2), et dont les principales dimensions sont :

- longueur : 200 cm (5 bassines)
- largeur : 100 cm (3 bassines)
- hauteur : 50 cm devant et 100 cm derrière

Soit une contenance de 15 bassines par propagateur.

La partie basse des propagateurs (23 cm) est faite de bois plein, le reste du propagateur est recouvert d'un plastique transparent disposé sur une charpente en bois (Fig.12).

A l'intérieur, les bassines sont placées sur un substrat de base, constitué de pierres et de sable. Cette organisation a à nouveau pour but de faciliter le drainage, les jeunes boutures étant très sensibles aux développements fongiques généralement causés par un excès d'eau.



- ils agissent comme protection physique contre les pestes (animaux, insectes...) lorsqu'ils sont fermés.

L'inconvénient des propagateurs reste toutefois les risques d'élévation de la température, ces derniers agissant comme de petites serres et ne permettant pas d'entrée d'air « frais ». Ce dernier paramètre, régulateur de l'évapotranspiration, doit être rigoureusement suivi, car il peut être la cause du dessèchement rapide des échantillons.

Un équilibre entre lumière, température et humidité (Wiesman et Tchoundjeu, 2002) est la clé du succès de l'expérience.

III-3-4) Suivi et contrôle de la croissance des boutures et segmentures

III-3-4-1) Arrosage des boutures et des segmentures

Les propagateurs permettent aux boutures de croître en cycle fermé, c'est-à-dire en gardant une humidité quasi constante. Cependant, les boutures ont été installées fin mai, juste avant les mois les plus secs de l'année (juin et juillet). Les pertes d'humidité sont donc plus importantes. Aussi, un arrosage régulier est organisé afin de pallier ces contraintes. L'apport en eau s'effectue à l'aide d'un brumisateur, la fréquence d'arrosage dépendant de l'intensité des pertes à l'intérieur des propagateurs. Il est effectué tous les 2 à 7 jours. N'ayant pas d'appareil de mesure hygrométrique, l'appréciation (visuelle), est relativement délicate.

III-3-4-2) Contrôle de la moisissure

Aucun produit phytosanitaire n'est disponible pour notre étude. Il est donc important de retirer les boutures présentant des développements de moisissures, ces dernières pouvant se propager et « contaminer » les boutures saines voisines. Nous pouvons estimer que 30 % des boutures d'*Acacia mearnsii*, et 5 % des boutures de *Warburgia ugandensis* ont ainsi été éliminées avant le terme de l'expérience.

III-3-4-3) Comptage visuel de l'évolution des boutures (fragments de tige)

Tout au long de la période de croissance des boutures, une série de vérifications est établie. Elles visent à quantifier les éventuelles réponses physiologiques. Cinq comptages ont lieu, successivement 15, 30, 60, 90 et 120 jours après l'initialisation de la manipulation. Il s'agit d'un comptage visuel, sans déterrer les boutures. Il nous renseigne sur le nombre de fragments ayant réagi (ou non) physiologiquement, par la production de nouvelles feuilles dans le cas des boutures classiques, ou de nouvelles tiges feuillées dans le cas des segmentures.

Lors de la 5^{ème} et dernière étape de vérification (après 100 jours de croissance), toutes les boutures et segmentures sont retirées du substrat. Cette opération nécessite une grande attention, afin de ne pas endommager les éventuelles néoformations de racines. Le



Figure 13 : Annélation de l'écorce de la racine chez *Harungana madagascariensis*.

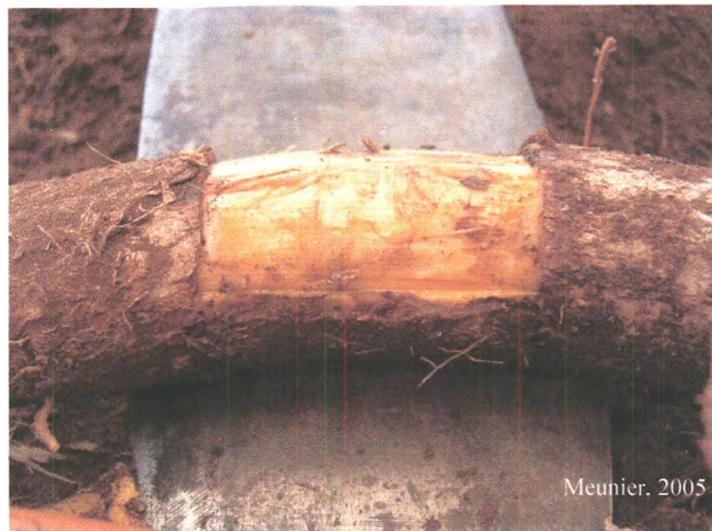


Figure 14 : Demi annélation de l'écorce d'une racine de *Spathodea campanulata*.



III-4) Multiplication végétative induite en milieu naturel (forêt médicinale de Rukararwe).

III-4-1) Propagation par induction du drageonnage.

Les expérimentations d'induction du drageonnage s'effectuent sur 16 espèces prioritaires issues de la liste préétablie (Tab.15), et ce durant tout le mois de juin. Ce type de manipulation s'exerce dans des milieux ouverts, à semi ouverts, où le couvert végétal des strates supérieures est faible. Cette précaution est prise dans le but d'optimiser la croissance des futurs drageons, dont la viabilité est fortement compromise en cas d'ombre excessive (Del Tredici, 1995).

La racine est tout d'abord mise à nu par des travaux d'excavation, en prenant garde de ne pas blesser cette dernière. Les racines superficielles sont suivies sur 0,5 à 5-6 mètres de l'arbre mère, jusqu'à leur disparition en profondeur, pouvant dépendre selon les espèces et le sol. L'excavation peut prendre plusieurs dizaines de minutes, voire plus d'une heure ; la racine est donc recouverte légèrement au cours de la progression. Lorsque l'excavation est terminée et que la racine présente les caractéristiques satisfaisantes (1 à 5 centimètres de diamètre dans un milieu ouvert), divers types de stress sont immédiatement infligés. Ces inductions de stress sont des blessures plus ou moins importantes portées sur la racine. Dans le cadre de notre étude, 3 types de blessures sont testés :

- annélation complète de l'écorce de la racine (Fig. 13 ci-contre) ;
- demi annélation de l'écorce de la racine (Fig. 14 ci-contre) ;
- section complète de la racine (Fig. 15 ci-contre).

Ces différentes blessures constituent le facteur variable majeur de l'expérience.

Toutefois, les espèces prioritaires sélectionnées sont en général en faible nombre, parfois représentées que par un individu (cas de *Warburgia ugandensis* et *Acacia mearnsii*). Le matériel végétal disponible est donc souvent très réduit. Certaines espèces ne peuvent permettre un grand nombre de répétitions : dans ces cas les deux modes d'annélation sont privilégiés.

Après cette manipulation, la blessure est recouverte de terre, puis par une couche de végétation coupée aux alentours (afin de protéger la manipulation de l'érosion pluviale).

A chaque expérience est attribué un numéro d'identification, qui sera reporté sur un formulaire de manipulation (annexe 4-1), cette fiche individuelle comprenant :

- la date et l'heure de la manipulation ;
- les caractéristiques de la station ;
- les caractéristiques de l'arbre mère ;
- les caractéristiques de la racine et le type de blessure lui étant infligée ;
- la chronologie de la manipulation.

Ces données pourront être utilisées lors de l'étude des résultats afin de mieux...

Tableau 7 : Expériences effectuées pour la propagation de 16 espèces par induction du drageonnage.

Espèces	Familles	Nombre d'inductions	Type de blessure infligée à la racine		
			Annélation	Demi annélation	Racine coupée
<i>Acacia abyssinica</i>	Mimosaceae	6	2	2	2
<i>Acacia mearnsii</i>	Mimosaceae	2	1	1	
<i>Cedrella odorata</i>	Meliaceae	1	1		
<i>Cedrella sp.</i>	Meliaceae	3	1	1	1
<i>Harungana madagascariensis</i>	Hypericaceae	15	5	5	5
<i>Maesa lanceolata</i>	Myrsinaceae	30	10	10	10
<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	4	2	2	
<i>Markhamia lutea</i>	Bignoniaceae	15	5	5	5
<i>Melia azedarach</i>	Meliaceae	12	3	3	6
<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	9	3	3	3
<i>Spathodea campanulata</i>	Bignoniaceae	11	7	4	
<i>Strombosia scheffleri</i>	Olacaceae	8	4	4	
<i>Tarenna pavetoides</i>	Rubiaceae	18	6	6	6
<i>Tetradenia riparia</i>	Lamiaceae	3	1	2	
<i>Warburgia ugandensis</i>	Canellaceae	2		1	1
<i>Zanthoxylum gillettii</i>	Rutaceae	30	10	10	10
Total		169	61	59	49

Tableau 8 : Expériences effectuées pour la multiplication de 16 espèces par marcottage aérien.

Espèces	Familles	Nombre de marcottes	Type de substrat			
			Mousse (90%), terre (5%), sable (5%)	Mousse (40%), terre (20%), sable (20%)	Mousse (100%)	Terre (50%), sable (50%)
<i>Artocarpus heterophylla</i>	Moraceae	12	7			5
<i>Harungana madagascariensis</i>	Hypericaceae	40	20		20	
<i>Helinus sp.</i>	Rhamnaceae	1			1	
<i>Maesa lanceolata</i>	Myrsinaceae	40	20		20	
<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	69	30	9	30	
<i>Markhamia lutea</i>	Bignoniaceae	3		3		

III-4-2) Multiplication par marcottage aérien

La propagation des espèces médicinales prioritaires est également abordée par voie de marcottage aérien. 16 espèces issues de la liste prioritaire sont testées par cette méthode.

Une partie adéquate pour y fixer une marcotte aérienne est tout d'abord sélectionnée à 20-60 cm (Tchoundjeu et Jaenicke, 2002) de l'extrémité d'une branche (certaines feuilles peuvent être retirées). Une annélation de 3 à 4cm de l'écorce de la tige (suber et liber) est alors appliquée. Lors de l'annélation, il est important de retirer le suber et le liber uniquement. Des entailles trop profondes dans le cambium (atteignant les vaisseaux du xylème) pourraient perturber le flux d'eau alimentant le reste de la tige. Ces entailles peuvent également être à l'origine de la rupture de l'extrémité de la branche (Tchoundjeu et Jaenicke, 2002).

Un demi sac plastique transparent est fixé autour de cette blessure, en forme de cornet pour recevoir le substrat. Enfin, le sac (sachet) est refermé à l'aide de ruban adhésif résistant à l'eau, et l'expérience est « immatriculée » et répertoriée dans un livre de manipulation comprenant les caractéristiques majeures de l'expérience (cf. Annexe 4-2).

A nouveau contraint par la faible disponibilité de matériel végétal, le nombre de répétitions est très inégal d'une espèce à l'autre. Le facteur variable de ces expériences est le type de substrat : au début de l'essai, quatre sont testés :

- 1-Mousse uniquement.
- 2-Mousse (90%), terre (sol forestier) (5%) et sable (sable de rivière) (5%)
- 3-Mousse (60%), terre (sol forestier) (10%) et sable de rivière (10%)
- 4-Terre (sol forestier) (50%) et sable de rivière (50%)

Cependant, la trop grande proportion de terre dans les marcottes présente des inconvénients en terme de poids et de compacité. En cours d'expérimentation les substrats 3 et 4 sont écartés. Cette modification permet également d'augmenter le nombre de répétitions pour les deux autres. Malgré l'apparente faible différence de composition des substrats 1 et 2 (10% de matière solide), ces deux derniers sont physiquement très différents (poids, porosité, compacité).

Les différents substrats sont humidifiés très soigneusement, pour maintenir une hygrométrie satisfaisante dans le sachet. Le substrat n'est en aucun cas trempé afin la formation de champignons ou moisissures à l'intérieur du sachet. N'ayant pas à disposition d'appareil permettant de mesurer quantitativement la teneur en eau du substrat, l'opération de vérification s'effectue qualitativement : le substrat humidifié est pressé dans la main, et il ne doit pas libérer de gouttes d'eau.

Les marcottes aériennes sont effectuées de fin mai à début juillet, couvrant donc la grande période sèche de l'année. Aussi, ces dernières devront être réhumectées afin de conserver une humidité satisfaisante tout au long de l'expérience (2 à 3 mois selon la date d'initialisation de la marcotte). Cette opération s'effectue à l'aide d'une seringue. Nous

III-4-3) Propagation par marcottage terrestre

Nous utilisons la méthode du marcottage terrestre par simple couchage d'une branche à terre et buttage. Elle est utilisée sur des individus présentant des branches basses. Il peut s'agir d'un arbre adulte dans le cas d'une architecture plagiotrope (branches retombantes), mais aussi sur des arbustes. Dans notre cas, en forêt de Rukararwe, il a été difficile d'obtenir des individus satisfaisants ces exigences. Aussi, notre échelle d'action s'est restreinte à cinq espèces (à nouveau issues de la liste des espèces prioritaires constituées avec les tradipraticiens). Ces expériences sont réalisées lors des mois de juin et juillet.

Lorsque plusieurs répétitions s'avèrent possibles, deux types de traitement sont effectués : le dispositif est mis en place sans blessure infligée à la tige ou une demi annélation de l'écorce de la tige sur la face inférieure (partie en contact avec le sol) est effectuée. De même pour les buttes, sont testés deux types de substrat : le sol dit « *in situ* », correspondant au sol de la forêt (sur place), ou de la mousse.

Dans chaque cas, la branche est maintenue à l'aide d'une pièce de bois en forme de « V » afin de maintenir le dispositif en place durant les mois nécessaires à la néoformation de racines adventives. De plus, une fiche comprenant les caractéristiques de l'expérience est rédigée pour chaque cas (cf. annexe 4-3).

Les étapes de cette méthodologie sont présentées sous forme de photographies et de schémas simplifiés dans les annexes 6-6 et 6-7 (Meunier *et al*, 2005).

Le tableau 9 résume les opérations réalisées pour le marcottage simple en forêt de Rukararwe.

Tableau 9 : Expériences effectuées pour la multiplication par marcottage terrestre.

Espèces	Familles	Nombre de marcottes	Blessure		Recouvert avec	
			avec	sans	Sol <i>in situ</i>	Mousse
<i>Harungana madagascariensis</i>	Hypericaceae	20	10	10	10	10
<i>Maesa lanceolata</i>	Myrsinaceae	24	19	5	18	6
<i>Spathodea campanulata</i>	Bignoniaceae	1	-	1	1	-
<i>Strombosia scheffleri</i>	Olacaceae	2	2	-	1	1
<i>Thitonia diversifolia</i>	Asteraceae	3	3	-	3	-
Total		50	34	16	33	17

des arbres, arbustes et lianes de la forêt de Rukararwe. L'échelle (+ à +++) indique une fréquence.

OMS		Famille	Nombre d'individu(s)*	Naturel(s)	Planté(s)	Régénération naturelle (graine)
Anglais	Runyankole					
Black wattle	Karwenda	Mimosaceae	1		1	non
	Omunyinya	Mimosaceae	26		26	non
Amatojo	Amatojo	Acanthaceae	30	30		+
	Mushebeya	Mimosaceae	2	2		non
	-	Sapindaceae	2	2		inconnu
Blackberry tree	-	Loganiaceae	3	3		non
Blackfruit	Fene	Moraceae	2		2	non
Black tree	-	Fabaceae	1		1	non
	Kataza	Euphorbiaceae	48	43	5	++
Moon flower	Moon flower	Solanaceae	37	17	20	+
Calliandra	Calliandra	Mimosaceae	239	223	16	++++
Bottle brush	Bottle brush	Myrtaceae	2		2	non
Amapapari	Amapapari	Caricaceae	2		2	non
Whistling pine		Casuarinaceae	28		28	non
Blackwood	Omunya mazi	Meliaceae	7		7	non
	Omunya mazi	Meliaceae	1		1	non
Coffee tree	Mwani	Rubiaceae	-700-		-700-	inconnu
Large leaved Cordia	Muzugangoma	Boraginaceae	4		4	non
Moton	Mulangara	Euphorbiaceae	71	1	70	++
Moton	Mutugunda	Euphorbiaceae	19	13	6	++
Tree tomato	Tree tomato	Solanaceae	5	2	3	non
Black apple	Kayapa	Flacourtiaceae	1		1	non
	Mukobakobo	Boraginaceae	3	3		inconnu
Blackquat	Enshari	Rosaceae	71	10	61	++
Red-hot-poker tree	Ekiiko	Fabaceae	8	3	5	non
Blackboded gum, Rose gum	Karutusi	Myrtaceae	90	25	65	++
Black ger euphorbia	Ruyenzhe	Euphorbiaceae	2		2	inconnu
Black-cloth fig	Omutoma	Moraceae	3		3	Inconnu
American rubber tree	Nkago	Apocynaceae	1	1		inconnu
Blackevillea, Silky oak	Omunyamagabo	Proteaceae	50		50	non

IV - RESULTATS

IV-1) Inventaire spécifique de la forêt de Rukararwe

L'inventaire spécifique de la forêt de Rukararwe (Tab. 10) nous a permis d'identifier et de répertorier :

- 87 espèces
- 38 familles
- 1292 individus, dont 771 ont été plantés lors de la création de la forêt médicinale, et 521 sont issus de régénération naturelle (depuis les 15 dernières années).

A noter que nous ne disposons que de deux ouvrages botaniques (Katende et *al.*, 1995 ; Hamilton, 1981). Le manque important de littérature concernant la flore du pays nous a empêché d'identifier la totalité des espèces présentes sur le site. Ces lacunes figurent dans la dernière partie du tableau, avec leurs noms vernaculaires (lorsque cela nous a été possible).

Enfin, les plants de café ne sont pas comptabilisés dans le nombre total d'individus. Ils n'ont pu être précisément comptés. Figure dans le tableau le nombre d'individu planté (700) il y a 5 ans.

NOMS		Familie	Nombre d'individu(s)*	Naturel(s)	Planté(s)	Régénération naturelle (graine)
Anglais	Runyankole					
	Omutaha	Hypericaceae	6	5	1	++
	Mufurura	Rhamnaceae	1		1	inconnu
Jacaranda	-	Bignoniaceae	17		17	non
Pig nut, Fig nut	Ekigorora	Euphorbiaceae	8		8	non
Leucaena	Omweya	Mimosaceae	71		71	inconnu
	Omuhanga	Myrsinaceae	12	12		+
	Misopisis	Rhamnaceae	36	14	22	+
Mango	Omuyembe	Anacardiaceae	14		14	non
Markhamia	Omusha	Bignoniaceae	9	4	5	+
Persian lilac	-	Meliaceae	15	2	13	non
Mulberry	Emkerere	Moraceae	1		1	non
Newtonia	Mutole, Mutoyo	Mimosaceae	1		1	non
Yellow Passion Fruit	Katunga	Passifloraceae	2		2	inconnu
Purple Passion Fruit	Katunga	Passifloraceae	2		2	inconnu
Avocado	Vacedo	Lauraceae	55	4	51	+++
Mexican weeping tree	Omubani	Pinaceae	9		9	non
	Omubani	Pinaceae	7		7	inconnu
Red stinkwood	Omugote	Rosaceae				inconnu
	Mukongorane	Fabaceae	1	1		non
Guava	Epera	Myrtaceae	17	6	11	inconnu
	Mutura Ibare	Rubiaceae	6	6		inconnu
	Omumara	Vitaceae	4		4	non
Royal palm	Ekikindo	Palmae	2		2	non
	Omushasha	Euphorbiaceae	9	9		inconnu
Cassia		Caesalpiniaceae	5		5	inconnu
River bean/Sesbania	Munyuganyege	Fabaceae	2	2		inconnu
	Engango	Asteraceae	46	43	3	non
Bitter apple	Ntobo	Solanaceae	1	1		inconnu
Potato tree		Solanaceae	2		2	non
Uganda flame (...)	Omwatashare	Bignoniaceae	17	2	15	non

NOMS		Famille	Nombre d'individu(s)*	Naturel(s)	Planté(s)	Régénération naturelle (graine)
Anglais	Runyankole					
	Omunya Kasikuro	Olacaceae	4	2	2	non
Jambolan, Java plum	Jambara	Myrtaceae	1	1		non
	Omunya maizi	Rubiaceae	1	1		inconnu
Yellow bells (...)		Bignoniaceae	2		2	non
	Muruku	Fabaceae	1		1	non
	Omutaaka	Combretaceae	1		1	non
Umbrella tree	Omutaaka	Combretaceae	1		1	non
	Muravunga	Lamiaceae	1	1		non
	Ngaro Itano	Asteraceae	1		1	+
	Kabakura	Rutaceae	2	2		non
		Ulmaceae	7	5	2	inconnu
		Rubiaceae	2	2		inconnu
Vernonia	Omubirizi	Asteraceae	3		3	non
	Ekinyekanyeme	Asteraceae	1	1		non
Black plum		Verbenaceae	59	4	55	+++
Kenya green heart	Omwiha	Canellaceae	1		1	non
East African Satinwood	Mulemankobe	Rutaceae	53		53	non
	Mudasasini		1		1	inconnu
	Etugunda		2	2		inconnu
	Rutyaza		1	1		inconnu
	Ekibunda bunzi		2	2		inconnu
	Ekikama mbogo		1	1		inconnu
INKNOWN			1	1		inconnu
INKNOWN			3	3		inconnu
INKNOWN			1	1		inconnu
INKNOWN			1	1		inconnu
IOWN (climber)			1	1		inconnu

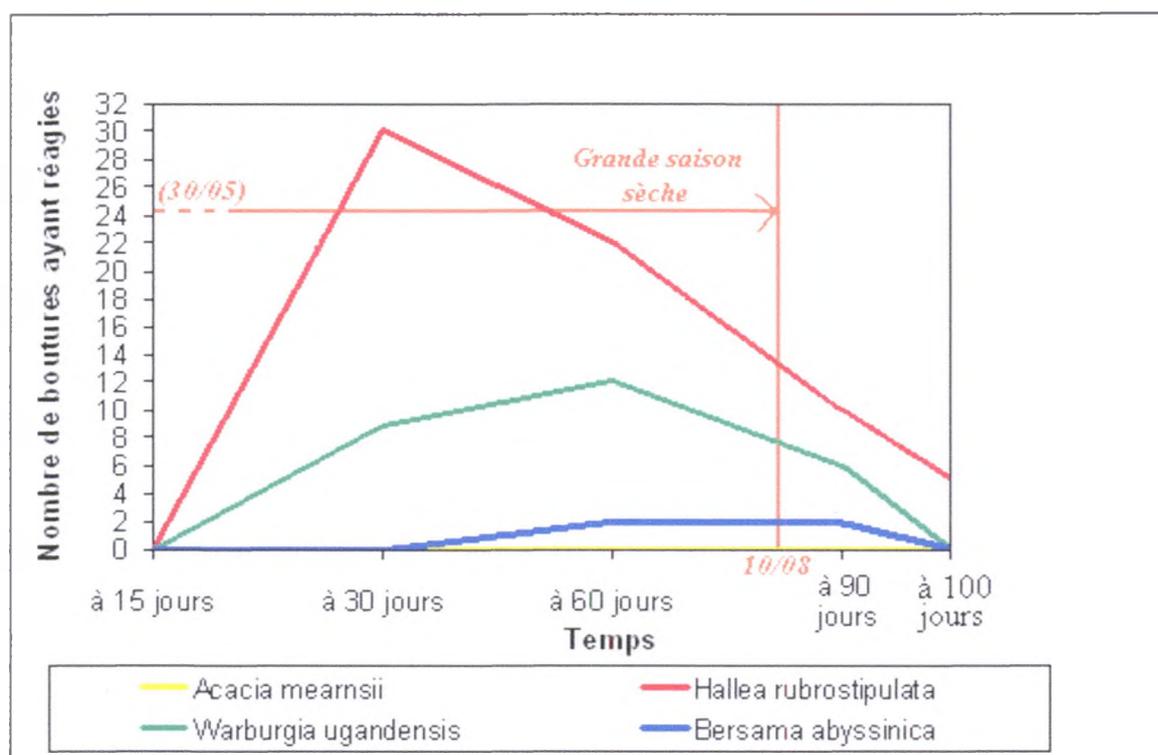


Figure 16 : Evolution du nombre de boutures dans le temps (au cours des 100 jours d'expérience) pour les 4 espèces étudiées.

Tableau 11 : Nombre (chiffre simple) et proportion (chiffre entre parenthèse) des boutures recensées dans chaque catégorie d'état établie (colonnes) après 100 jours en propagateur, pour chacune des 4 espèces testées et pour chaque type de substrat.

Espèces	Milieux de croissance	Nombre de boutures	Etat des boutures après 3 mois.			
			Mortes	Mortes après production de feuilles	Mortes après production de feuilles et de racines	Vivantes avec racines
Acacia mearnsii	Hormone	40	40 (100)	0	0	0
	Cendre	40	40 (100)	0	0	0
	Témoin	40	40 (100)	0	0	0

IV-2) Multiplication par bouturage

IV-2-1) Bouturage classique (fragments de tige)

Nous nous sommes tout d'abord intéressés à l'évolution des boutures pour chacune des 4 espèces étudiées en fonction du temps (Fig. 16). Les 30 à 60 premiers jours montrent une augmentation du nombre de réactions physiologiques pour *Hallea rubrostipulata*, *Warburgia ugandensis* et *Bersama abyssinica*. Puis, nous constatons après 60 jours (et jusqu'au dernier comptage visuel à 100 jours) une régression du nombre de boutures nouvellement feuillées ; ces dernières périssent par dessèchement. Aucune réaction n'est observée chez *Acacia mearnsii* tout au long de l'expérience. A terme, seules 5 boutures (pour *H. rubrostipulata*) présentent un système foliaire et racinaire satisfaisant pour leur replantation en pot individuel. Les données météorologiques (cf. Annexe 5-1 et 5-2) mettent en évidence une grande saison sèche, de fin mai à mi-août. Cette période est représentée sur la figure. Entre le 30 mai et le 10 août, nous comptons 5 jours de pluies (pour un total de 13mm).

Lors de la 5^{ème} et dernière vérification, toutes les boutures sont soigneusement déterrées et inspectées. Des observations effectuées, sont dégagées plusieurs catégories de réponses (correspondant aux intitulés de colonnes), définies comme suit :

- « mortes » : la bouture est sèche, sans aucune réaction physiologique. Cette réponse est dominante, concernant les 4 espèces et 91% des réponses observées. Toutes les boutures d'*Acacia mearnsii* entrent dans cette catégorie. Il en est de même pour 97,5% des boutures de *Bersama abyssinica* ;

- « mortes après production de feuilles » : comprend les boutures ayant démarré une production foliaire, mais qui ont ensuite séché. Cela concerne 3 espèces et 7% des cas de réponses observées ;

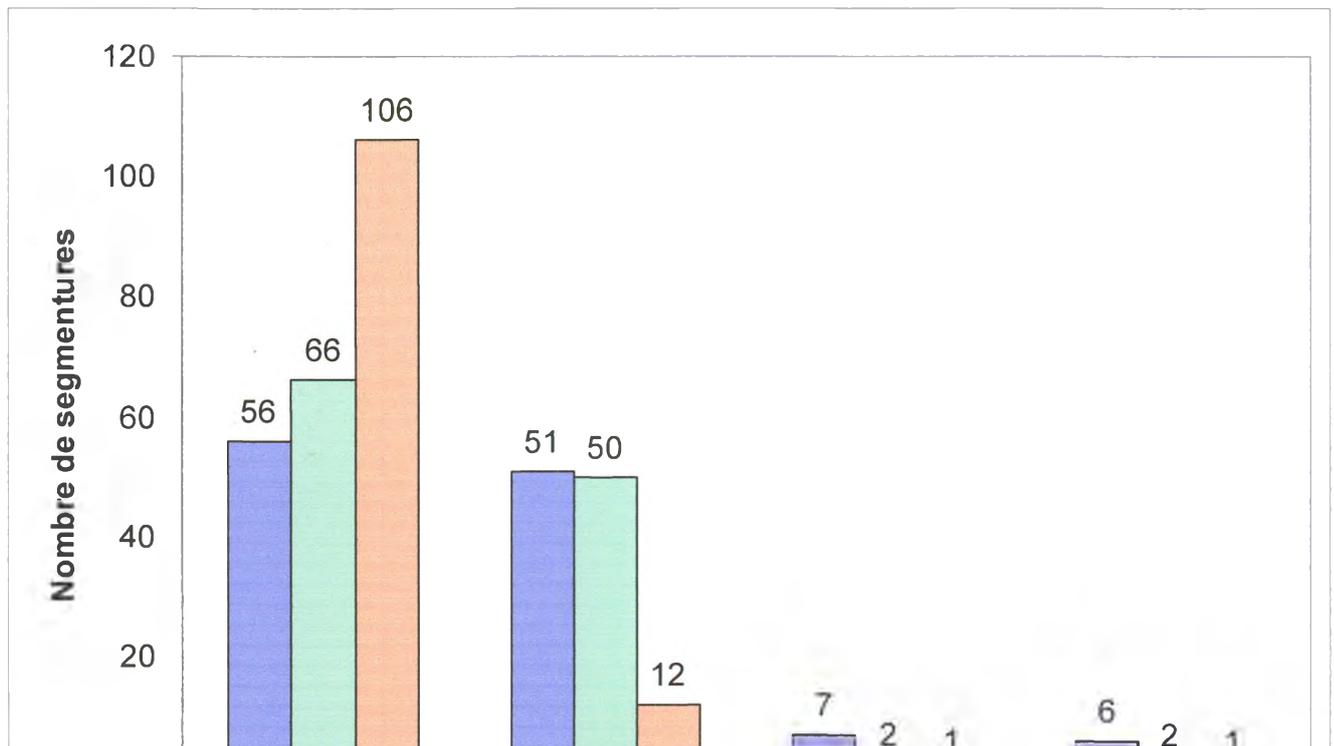
- « mortes après production de feuilles et de racines » : les boutures se sont desséchées après avoir produit des feuilles et des racines. Cette catégorie est minoritaire (1% des cas), elle concerne *Hallea rubrostipulata* ;

- « vivantes avec racines » : les boutures présentent de nouvelles feuilles et des racines, et sont de bon aspect physiologique (vigoureuses). Ces dernières sont plantées en pots individuels. C'est également une forme de résultat minoritaire (1% des cas), et ne concerne que *Hallea rubrostipulata*.

Le tableau 11 regroupe les réponses des quatre espèces testées par cette méthode de multiplication. Le premier chiffre mentionné exprime le nombre de boutures appartenant à la classe de réponse donnée, le second, entre parenthèses, exprime les proportions de la catégorie en rapport aux réponses observées par espèce et type de substrat donné. Pour les espèces *Hallea rubrostipulata* et *Warburgia ugandensis*, nous constatons que les rendements

Tableau 12 : Réponses quantitatives et proportionnelles des segmentures testées pour 3 espèces, en fonction du substrat, après 100 jours de croissance en propagateur.

Espèces	Milieux de croissance	Nombre de segmentures	Condition des segmentures après 100 jours			
			Mortes	Vivantes, pas de réaction	Vivantes, réponses physiologiques	Vivantes, nouvelles racines
<i>Acacia mearnsii</i>	Hormone	40	40 (100)	0	0	0
	Cendre	40	40 (100)	0	0	0
	Témoin	40	40 (100)	0	0	0
<i>Hallea rubrostipulata</i>	Hormone	40	6 (15)	21 (52,5)	7 (17,5)	6 (15)
	Cendre	40	26 (65)	12 (30)	1 (2,5)	1 (2,5)
	Témoin	40	5 (12,5)	31 (77,5)	2 (5)	2 (5)
<i>Bersama abyssinica</i>	Hormone	40	10 (25)	30 (75)	0	0
	Cendre	40	40 (100)	0	0	0
	Témoin	40	21 (52,5)	19 (47,5)	0	0
Total		360	228 (63)	113 (31,5)	10 (3)	9 (2,5)



IV-2-2) Segmentures (fragments de racine)

Les segmentures de 3 des 4 espèces (*Warburgia ugandensis* n'est pas concerné) sont retirées de leur substrat 100 jours après leur mise en place. Nous comparons les résultats (Tab. 12) en fonction de l'espèce, des milieux de culture et des types de réponses observées, ces dernières étant répertoriées comme suit :

- « mortes » : le fragment de racine est sec. Cette catégorie concerne les 3 espèces et représente 63% de la totalité des réponses observées. Ce phénomène est toutefois prédominant chez *Acacia mearnsii*, avec 100% des segmentures (120 fragments) dans ce cas de figure ;

- « vivantes, pas de réaction » : le fragment racinaire est apparemment toujours vivant, mais il n'a pas évolué. Il est identique au jour de son installation en propagateur. Cela représente 1/3 des résultats obtenus ;

- « vivantes, réactions physiologiques » : comprend les fragments présentant une formation plus ou moins importante de nouveaux tissus (à l'exception de racines). Il peut s'agir d'un cal ou d'une boursouffure sur une des extrémités. Seul l'espèce *Hallea rubrostipulata* est concernée par ce phénomène (10 fragments) ;

- « vivantes, nouvelles racines » : les segmentures ont produit de nouvelles racines, et sont toujours physiologiquement actives. A nouveau, seule l'espèce *Hallea rubrostipulata* est concernée par cette catégorie (9 fragments), qui reste minoritaire (2,5% des réponses observées).

Dans les trois cas spécifiques, quelque soit le milieu donné, aucune jeune tige feuillée n'est apparue des segmentures.

Nous constatons à nouveau pour *Hallea rubrostipulata* et *Bersama abyssinica* que le lot avec ajout d'hormone est dans tous les cas plus efficace que le lot témoin, lui-même plus efficace que le lot avec ajout de cendre. La totalité des segmentures d'*Acacia mearnsii* ont péri, ne permettant pas de présenter une différence entre substrat.

La figure 17 présente graphiquement les proportions des différentes réponses observées pour chaque type de substrat. Nous constatons une plus grande proportion de segmentures vivantes pour le substrat avec ajout d'hormone, que pour le substrat témoin, et par conséquent une relation inverse pour le nombre de segmentures mortes. Le substrat avec ajout de cendre présente le plus de mortalité (106 segmentures sur 120 mises en culture).

: (premier chiffre) et proportionnels (chiffres entre parenthèses) obtenus après 100 jours d'expérimentation sur
 igation par induction au drageonnage.

Famille	Nombre d'expériences	Type de réponses					
		Mort de la racine	Pas de réaction	Callogenèse		Rhizogenèse	Rhizogenèse et drageon
				Cal	Cal cicatriciel		
Mimosaceae	6		4 (66)	1 (16,5)		1 (16,5)	
Mimosaceae	2		1			1	
Meliaceae	1			1			
Meliaceae	3		3				
Hypericaceae	15	1 (6,5)	13 (87)		1 (6,5)		
Myrsinaceae	30	5 (16,5)	22 (73,5)		1 (3,5)	2 (6,5)	
Anacardiaceae	4		4				
Bignoniaceae	15		5 (34)	6 (40)	4 (26)		
Meliaceae	12	1 (8,5)	7 (58)	1 (8,5)			3 (25)
Myrtaceae	9		7 (78)		2 (22)		
Bignoniaceae	11		1 (9)	1 (9)	6 (54,5)	3 (27,5)	
Olacaceae	8		7 (87,5)	1 (12,5)			
Rubiaceae	18		15 (83,5)		3 (16,5)		
Lamiaceae	3				3		
Canellaceae	2		1			1	
Rutaceae	30		19 (64)	1 (3)	9 (30)	1 (3)	
12 familles	169	7 (4)	109 (64,5)	12 (7)	29 (17)	9 (5,5)	3 (2)

IV-3) Propagation par induction du drageonnage

IV-3-1) Vue d'ensemble : les 16 espèces testées.

Les différents types de réponses par espèce sont comparés (Tab. 13), 60 à 90 jours après avoir effectué les inductions (certaines expériences étant initialisées début juin, d'autres fin juin). Suivant la logique précédente, deux chiffres sont exprimés dans le tableau. Le premier relate le nombre de réponses observées pour un type de réaction donné, le second exprime le pourcentage que représente ce nombre, en rapport aux nombres d'expériences totales effectuées sur l'espèce. Nous distinguons plusieurs catégories de réponses, définies comme suit :

- « mort de la racine » : l'induction au drageonnage a engendré le dessèchement de la racine de l'arbre mère au niveau de l'expérience. Cela concerne 3 espèces, et 4% des réponses totales ;

- « aucune réaction » : la racine mère est physiologiquement identique. Cette catégorie est majoritaire, elle concerne 14 des 16 espèces, et 64,5% des réponses totales ;

- « cal » (callogenèse): la racine présente un développement cellulaire inorganisé (cal) sur la partie proximale de la blessure (la plus proche de l'arbre mère). Le cal est accompagné d'une boursoufflure de la racine sur cette même extrémité. Cette réponse est peu fréquente (7% des cas totaux), mais concerne 7 espèces ;

- « cal cicatriciel » (callogenèse) : un cal est apparu au niveau de la racine blessée, et s'est développé pour recouvrir la majeure partie, voire la totalité de la blessure. Ce cas de figure représente 17% des cas, et concerne 8 espèces ;

- « rhizogenèse » : formation de nouvelles racines au niveau de la partie blessée. Dans 100% des cas, cette néoformation provient de la partie proximale de la blessure. Cette réponse est observée chez 6 espèces, et représente 5,5% des cas totaux ;

- « formation de drageons » : la partie de la racine testée a donnée naissance à un drageon (axe foliaire et racines). Dans chaque cas, il s'agit d'une section complète de la racine, les drageons sont apparus sur l'extrémité proximale (partie connectée à l'arbre mère). Cette réponse est minoritaire (2%), elle ne concerne que 3 cas chez *Melia azedarach*.

A noter la grande variabilité du nombre de répétitions des expériences par espèce. Nous ne présentons pas de proportion pour les espèces pour lesquelles le nombre de répétitions est faible (inférieur à 5).

IV-3-2) Diverses réponses physiologiques en fonction de la blessure infligée.

Le tableau 14 ci-après présente les réactions (ou non) observées pour chaque espèce et en fonction du type de blessure infligée à la racine mère. Les résultats sont ordonnés suivant deux catégories définies comme suit :

Tableau 14 : Résultats obtenus en fonction du type de blessure infligée à la racine mère.

Espèces	Inductions	Annélation		Demi annélation		Racine sectionnée	
		Pas de réaction	Morpho-genèse	Pas de réaction	Morpho-genèse	Pas de réaction	Morpho-genèse
Acacia abyssinica	6	0	2	2	0	2	0
Rendement par catégorie		100%		0%		0%	
Rendement total		33%					
Acacia mearnsii	2	0	1	1	0		
Rendement par catégorie		100%		0%			
Rendement total		50%					
Cedrela odorata	1	0	1				
Rendement par catégorie		100%					
Rendement total		100%					
Cedrela sp.	3	1	0	1	0	1	0
Rendement par catégorie		0%		0%		0%	
Rendement total		0%					
Harungana madagascariensis	15	5	0	4	1	5	0
Rendement par catégorie		0%		20%		0%	
Rendement total		6%					
Maesa lanceolata	30	9	1	9	1	9	1
Rendement par catégorie		10%		10%		10%	
Rendement total		10%					
Mangifera indica	4	2	0	2	0		
Rendement par catégorie		0%		0%			
Rendement total		0%					
Markhamia lutea	15	2	3	3	2	0	5
Rendement par catégorie		60%		40%		100%	
Rendement total		67%					
Melia azedarach	12	3	0	2	1	3	3
Rendement par catégorie		0%		33%		50%	
Rendement total		33%					
Psidium guajava	9	2	1	2	1	3	0
Rendement par catégorie		33%		33%		0%	
Rendement total		22%					
Spathodea campanulata	11	1	6	0	4		
Rendement par catégorie		85%		100%			
Rendement total		91%					
Strombosia scheffleri	8	4	0	3	1		
Rendement par catégorie		0%		25%			
Rendement total		12,5%					
Taraxacum officinale	4	1	0	1	0	0	0
Rendement par catégorie		25%		0%		0%	
Rendement total		12,5%					

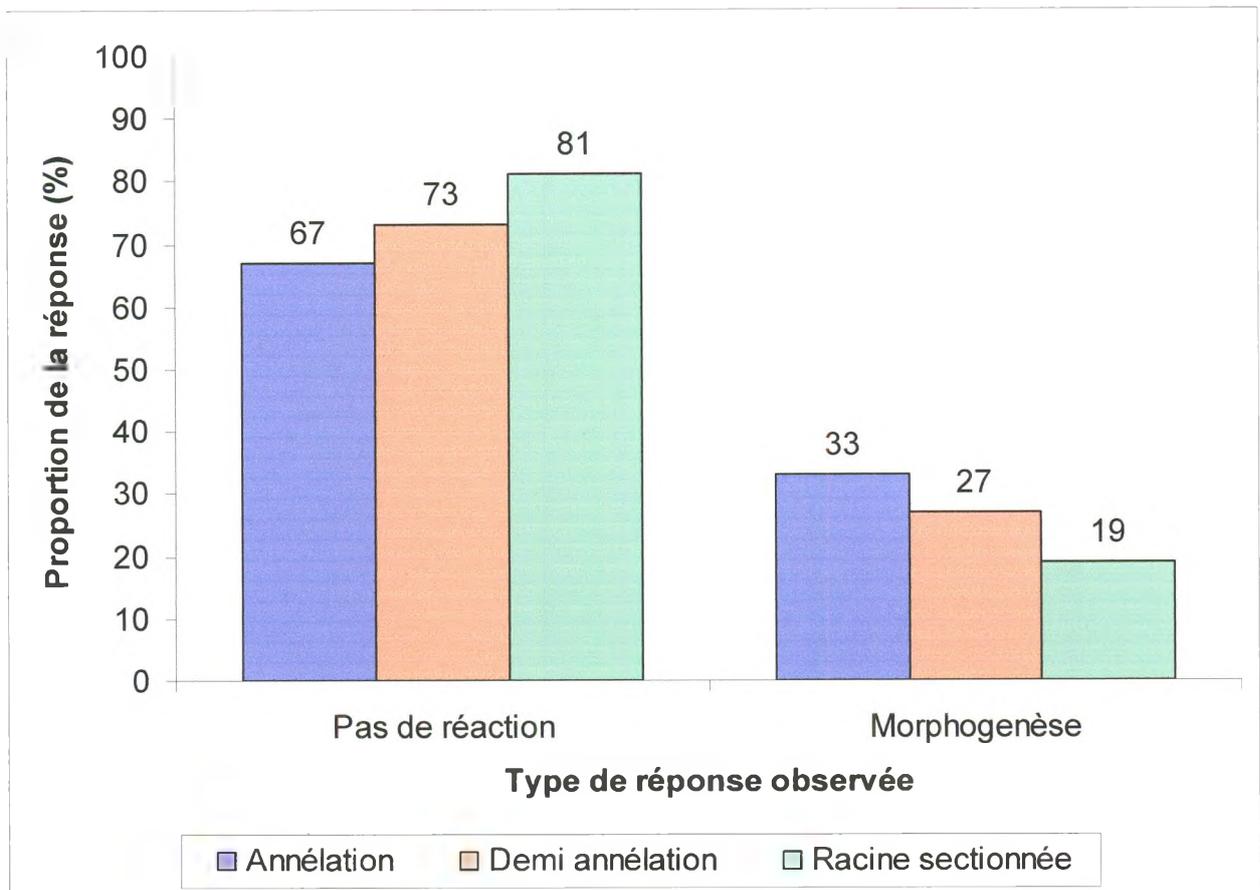


Figure 18 : Représentation des proportions de réaction pour chacun des types de blessure, pour 9 espèces considérées, 60 à 90 jours après leur induction.

Enfin, nous souhaitons mettre en évidence une éventuelle différence d'efficacité (rendement) entre les 3 types d'induction employés, et le cas échéant, de pouvoir privilégier (d'une façon générale) un type de blessure particulier. Pour cette analyse, nous utilisons les résultats obtenus pour les espèces sur lesquelles ont été pratiquées les trois formes de blessures (Tab. 15).

Tableau 15 : Tableau récapitulatif des espèces (9) prises en compte pour la comparaison des efficacités des types d'induction du drageonnage.

Espèces	Familles	Nombre d'inductions concernées	Type de blessure					
			Annélation		Demi annélation		Racine sectionnée	
			Pas de réaction	Morphogénèse	Pas de réaction	Morphogénèse	Pas de réaction	Morphogénèse
<i>Acacia abyssinica</i>	Mimosaceae	6	0	2	2	0	2	0
<i>Cedrela sp.</i>	Meliaceae	3	1	0	1	0	1	0
<i>Harungana madagascariensis</i>	Hypericaceae	15	5	0	4	1	5	0
<i>Maesa lanceolata</i>	Myrsinaceae	30	9	1	9	1	9	1
<i>Markhamia lutea</i>	Bignoniaceae	15	2	3	3	2	0	5
<i>Melia azedarach</i>	Meliaceae	12	3	0	2	1	3	3
<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	9	2	1	2	1	3	0
<i>Tarenna pavettoides</i>	Rubiaceae	18	4	2	5	1	6	0
<i>Zanthoxylum gillettii</i>	Rutaceae	30	4	6	5	5	10	0
Total des réponses par catégorie pour chaque type de blessure			30	15	33	12	39	9
Total des réponses observées par type de blessure			45		45		48	

Nous avons mis en évidence les différentes proportions de non réaction et de morphogénèse en fonction de la blessure pratiquée sur la racine (Fig. 18). Nous constatons une même tendance générale pour les trois types, avec toutefois moins de cas de morphogénèse, pour la demi annélation et la section complète de la racine.

Afin de vérifier qu'il existe une différence significative, les résultats sont testés statistiquement à l'aide d'un test de Kruskal Wallis, qui nous permet de comparer les proportions des trois catégories ($n_1=n_2=n_3=9$, $ddl=2$ et $H=0,319$).

En prenant en compte l'ensemble des espèces, le test montre qu'il n'existe pas de différence significative entre les types de blessure.

âges (premier chiffre) et proportionnels (chiffre entre parenthèses) des expériences de marcottage aérien, 60 à 90 pour les 17 espèces étudiées.

Familles	Age approximatif (ans) (arbre mère)	Nombre de marcottes	Les différents types de réponses des marcottes aériennes					
			Détruites	Mort de l'extrémité	Aucune réaction	Callogenèse		Rhizogenèse et plantation
						Cal	Cal cicatriciel	
aceae	10 à 15	12		8 (66)	-	2 (17)	2 (17)	-
rosaceae	1 à 5	5		-	-	-	-	5 (100)
ericaceae	5 à 10	40	2	23 (60,5)	1 (3)	10 (26)	4 (10,5)	-
amniaceae	1 à 5	1		-	-	-	-	1 (100)
sinaceae	1 à 5	40	4	9 (25)	2 (5,5)	15 (41,5)	10 (28)	-
cardiaceae	10 à 15	69	2	8 (12)	1 (1,5)	3 (4,5)	37 (55)	18 (27)
noniaceae	10 à 15	3		-	-	-	3 (100)	-
iaceae	5 à 10	30		3 (10)	2 (6,5)	2 (6,5)	23 (67)	-
iceae	1 à 5	18	1	11 (65)	-	-	6 (35)	-
eraceae	5 à 10	42	5	2 (5)	-	-	-	35 (95)
noniaceae	10 à 15	4		-	-	-	4 (100)	-
caceae	10 à 15	40		21 (52,5)	19 (47,5)	-	-	-
viaceae	5 à 10	20		2 (10)	1 (5)	1 (5)	16 (80)	-
aceae	1 à 5	4	1	-	-	-	1 (33,5)	2 (66,5)
riaceae	5 à 10	12	2	1 (10)	-	-	-	9 (90)
nellaceae	10 à 15	31		4 (13)	6 (19,5)	17 (55)	4 (12,5)	-
aceae	10 à 15	1		-	-	-	1 (100)	-
		372	17	92 (26)	32 (9)	50 (14)	111 (31)	70 (20)

IV-4) Multiplication par marcottage aérien

IV-4-1) Vue d'ensemble : les 16 espèces testées

Une vue de l'ensemble des espèces testées par cette voie de multiplication est proposée (Tab. 16). Les sachets des marcottes sont ouverts fin août, 60 à 90 jours après leur initialisation (certains étant élaborés fin mai, d'autres fin juin). Une fois ouverts, les marcottes présentent différents aspects physiologiques, pouvant être définis comme suit :

- « Détruite » (cf. Annexe 6-8): expériences ayant été ouvertes, arrachées ou décrochées par action humaine. Les expériences concernées ne sont pas comptabilisées dans les analyses statistiques des résultats.

- « Mort de l'extrémité » (cf. Annexe 6-8) : feuilles et tige desséchés. La néoformation de racines par marcottage aérien a échoué.

- « Aucune réaction » (cf. Annexe 6-8) : concerne les marcottes dont l'extrémité est toujours en bon état, et dont la partie blessée n'a pas évolué, elle est physiquement identique.

- « Formation d'un cal » (cf. Annexe 6-8) : concerne les marcottes dont la partie blessée présente une excroissance (callogenèse) au niveau des tissus externes de la tige. Dans 100% des cas, le cal se forme sur la partie proximale par rapport à l'extrémité de la tige (partie de la blessure proche de l'extrémité).

- « Cal cicatriciel » (cf. Annexe 6-8) : lorsque la partie blessée est partiellement ou totalement recouverte par la callogenèse.

- « Rhizogenèse et plantation » (cf. Annexe 6-8) : la plante a produit de nouvelles racines dans le sachet. Toutes les marcottes présentant de nouvelles racines sont plantées en pot individuel dans la pépinière de Rukararwe.

Comme pour les résultats de l'induction du drageonnage, deux chiffres apparaissent dans le tableau. Le premier désigne le nombre d'expériences propres à l'un des types de réponse. Le second, entre parenthèses, exprime le pourcentage par rapport au nombre total de marcottes effectuées sur cette espèce (après avoir déduit les marcottes détruites, qui n'entrent pas dans ces calculs).

Les résultats totaux obtenus pour les 17 espèces sont représentés graphiquement (Fig. 19), et ce afin d'obtenir une tendance générale du devenir des expériences de marcottage aérien.

Notons la présence d'une nouvelle espèce : *Calliandra calothyrsus*. Les expériences effectuées sur cette espèce sont quelque peu marginales par rapport aux objectifs de notre étude. En effet, cette espèce n'entre pas dans les espèces prioritaires de Rukararwe. Ces marcottes aériennes ont été réalisées

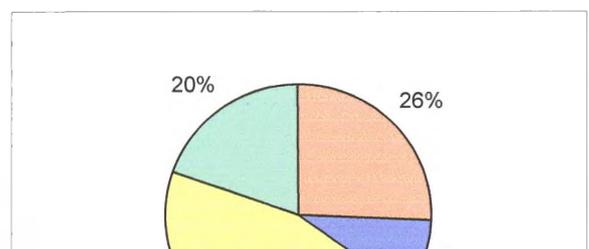
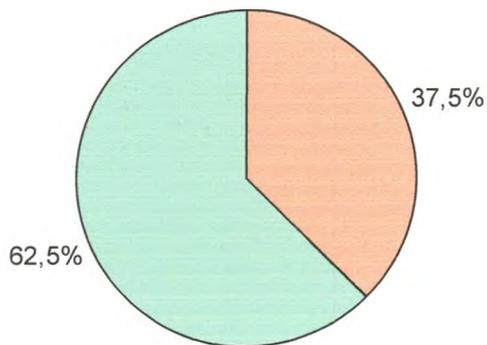


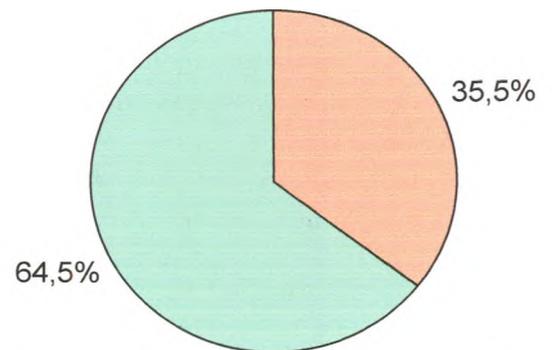
Tableau 17 : Réactions de 9 espèces (sur les 17 espèces) au marcottage aérien, ayant pour les deux types de substrats, un nombre proche de répétitions.

Espèces	Familles	Nombre total de marcottes concernées	Type de substrat			
			Mousse (90%), Sol forestier (5%), Sable (5%)		Mousse (100%)	
			Pas de réaction	Morphogénèse	Pas de réaction	Morphogénèse
<i>Harungana madagascariensis</i>	Hypericaceae	38	12	7	12	7
<i>Maesa lanceolata</i>	Myrsinaceae	36	5	12	6	13
<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	58	3	25	3	27
<i>Melia azedarach</i>	Meliaceae	30	4	11	1	14
<i>Rhoicissus tridentata</i>	Vitaceae	17	6	3	5	3
<i>Solanecio mannii</i>	Asteraceae	37	0	19	2	16
<i>Strombosia scheffleri</i>	Olacaceae	40	20	0	20	0
<i>Tarenna pavettoides</i>	Rubiaceae	20	3	7	0	10
<i>Warburgia ugandensis</i>	Canellaceae	30	4	11	6	9
Total		306	57	95	55	99
Nombre total de marcottes par type de substrat			152		154	

Substrat : Mousse (90%), Sol forestier (5%), Sable (5%)



Substrat : Mousse (100%)



IV-4-2) Diverses réponses observées en fonction des substrats employés

Cette seconde partie analytique concerne l'influence du substrat utilisé pour les marcottes aériennes. Quatre types de substrat sont utilisés pour les 372 expériences (Tab.16). Cependant, afin de privilégier les répétitions pour les substrats « mousse 100% » et « mousse 90%, terre 5%, sable 5% », les 2 autres substrats ; « terre 50%, sable 50% » et « mousse 60%, terre 10%, sable 10% » sont en faible nombre, avec respectivement 6 et 26 expériences. Aussi, les résultats observés pour ces cas ne pourront être comparés aux autres catégories, et sont donc exclus de cette analyse. De plus, seules les espèces testées avec ces deux types de substrat (soit 9 espèces), sont comprises dans cette analyse comparative. Ces espèces concernées sont présentées dans le tableau 17. Ce dernier présente les réponses observées par type de substrat. Sont à nouveau différenciées les catégories « Pas de réaction » et « morphogenèse » définies ci-dessus. Elles précisent si oui ou non il y a eu réponse physiologique au niveau de l'expérience. Les expériences détruites ne sont pas comptabilisées dans cette analyse.

Afin de démontrer statistiquement s'il existe une différence significative entre l'efficacité des deux substrats pour l'ensemble des espèces (Fig.20), un test statistique de Mann et Withney est effectué. Les résultats obtenus ($U=35,7$; $N1=N2=9$; $p=0.82$) démontrent qu'il n'existe pas de différence d'efficacité entre les deux substrats pour l'ensemble des espèces.

IV-5) Propagation par marcottage terrestre

Cette méthode de propagation est testée sur 5 espèces issues de la liste prioritaire. Le tableau 18 présente les résultats quantitatifs 30 à 60 jours après l'initialisation des expériences (certaines étant réalisées début juillet, d'autres fin juillet). Sont indiqués les résultats quantitatifs et proportionnels pour chaque cas de figure. A nouveau, les expériences détruites ne sont pas incluses dans les calculs de proportion.

Nous constatons que pour *Spathodea campanulata*, *Strombosia scheffleri* et *Tithonia diversifolia*, le peu de répétitions ne nous permet pas de prendre en considération les résultats. Pour les espèces *Harungana madagascariensis* et *Maesa lanceolata*, dans 98% des cas les résultats observés sont négatifs (aucune néoformation de racines ou mort de l'extrémité). Seul 1 cas de callogenèse est constaté à ce stade.

En vue de l'absence de réaction à ce stade, aucune variation de réponse en fonction de la blessure et/ou des deux différents substrats ne peut être établie.

V - DISCUSSION

V-1) Les différentes voies de multiplication

V-1-1) Bouturage : boutures et segmentures

Les résultats obtenus pour le bouturage sont faibles (entre 5 et 10% de réussite pour l'ensemble des espèces). Bien que deux d'entre elles (*Acacia mearnsii* et *Bersama abyssinica*) soit connues pour être difficiles à propager par cette voie (savoir traditionnel), cela reste des valeurs « anormales » pour la méthodologie suivie (propagateur avec humidité assez constante, terre fertile, arrosage).

L'évolution des boutures de tige, suivies de fin mai à fin août (Fig.16) montre que certains fragments ont péri après avoir produit les organes nécessaires à leur survie (feuilles et racines). Nous observons également un haut taux de mortalité pour les segmentures. Les causes n'ont pu être exactement définies, mais plusieurs hypothèses, concernant les conditions expérimentales, ont été avancées pour expliquer cette forte mortalité. D'un point de vue physique, plusieurs composantes peuvent être évoquées comme facteur limitant la croissance :

- manque de lumière (boutures de tige). Les propagateurs ont été construits avec du polyéthylène de couleur transparente, mais d'une épaisseur importante, ce qui augmente l'opacité du matériau. De plus, ces derniers sont installés dans la pépinière, sous un filet d'ombre (« shadenet » 70% d'ombre). Ainsi, les boutures ayant produit de nouvelles feuilles n'auraient pu trouver suffisamment de lumière pour leurs activités photosynthétiques et par conséquent pour leur maintien en vie.

- compacité du substrat. L'extension racinaire dépend beaucoup des conditions environnementales. Elle est favorisée dans les régions bien aérées du sol (Roland, 1997). Dans notre cas, le substrat est un mélange de terre (sol forestier) et de sable. La terre a été tamisée afin de réduire au maximum l'apport de débris dans les bassines. Cette opération est réalisée avec un tamis à maille fine. Aussi, le substrat dans les bassines est de structure fine, ce qui a réduit au cours du temps la porosité et a augmenté la compacité, peu favorable au développement racinaire ;

- drainage insuffisant. Des trous sont pratiqués dans le fond des bassines afin de faciliter le drainage. Cependant, lors de la dernière vérification (fin août), les bassines sont vidées. Nous constatons alors que la moitié inférieure (5 à 7cm) est chargée, voire saturée en eau. Cet état peut induire un pourrissement des racines néoformées, et ainsi la mort des boutures. Un élargissement des trous de drainage est donc fortement conseillé dans ce cas d'expérimentation.

prélèvements ont été extrêmement réduites. Ces derniers ont donc été réalisés sur des arbres âgés de grande taille. Les fragments sont pris sur des branches hautes, donc à des emplacements pauvres en éléments constitutifs en cette période de transition climatique. Les boutures (segmentures) ainsi « dévitalisées » sont alors moins efficaces pour la néoformation d'organes (feuilles et racines).

Il est primordial d'affiner nos connaissances sur les cycles biologiques en région équatoriale, de tenter d'établir des calendriers des époques favorables aux prélèvements des boutures pour chaque espèce, et ce afin de mieux comprendre certaines réactions expérimentales. Une meilleure connaissance du « comportement » des plantes nous permettra d'adapter des dispositifs de multiplication par bouturage à des périodes clés, avec du matériel végétal mieux défini.

De plus, nous voulions mettre en évidence un substrat privilégié pour la multiplication par bouturage (segmenturage) sur le site de notre étude. Le principal but était de comparer les milieux avec ajout d'hormone chimique (onéreux) et les milieux avec ajout de cendres (méthode traditionnelle peu coûteuse) avec en comparaison un lot témoin. Nous constatons après 100 jours d'expérience que la quasi-totalité des boutures et segmentures plantées dans un milieu avec cendres ont péri. Nous n'avons pas contrôlé la provenance des cendres utilisées pour nos expériences, donc nous ne connaissons pas la nature du bois utilisé. Aussi, ce dernier a pu être à l'origine des échecs enregistrés pour ce milieu de culture. Deux hypothèses peuvent être avancées. La présence dans ce substrat d'un tiers de cendres aurait pu rendre la granulométrie plus fine et ainsi diminuer l'aération et la porosité du substrat (néfastes pour les boutures). D'autre part, les cendres pourraient être à l'origine d'une élévation de l'acidité du milieu, brûlant rapidement les extrémités coupées des boutures (segmentures).

V-1-2) Induction du drageonnage

Le drageonnement (phénomène naturel) est observé dans différentes zones biogéographiques (tempérées, boréales) mais apparaît majoritaire dans des zones plus sèches (zones soudano-sahéliennes, sahariennes, sahéliennes...), où les contraintes climatiques (sécheresse, ensoleillement, température...) sont plus fortes. Ces dernières engendrent un stress qui favorise la propagation pour la survie (là où les graines ont peu de chances de germer) avec le développement de drageons, rejets de souches et/ou marcottes terrestres. Dans la région de notre étude (équateur), ce phénomène naturel est très peu observé.

A l'issue de nos recherches, l'induction du drageonnage par blessure de la racine n'a pas permis la multiplication en grand nombre de ligneux. La période d'observation est trop courte : de l'induction en juin jusqu'à la fin du mois d'août, il s'est écoulé 60 à 90 jours, ce qui ne nous permet pas d'observer de réactions. Les expériences sont réalisées au cours d'une saison sèche. Le stress hydrique ne peut favoriser un « comportement » de survie de l'arbre

De notre étude et des 169 inductions au drageonnage, nous avons pu synthétiser sous forme de tableau (Tab. 19) les capacités de réaction à ce procédé pour chaque espèce. Ce tableau est provisoire et nécessite bien sûr d'autres études pour confirmer ou infirmer ce classement. L'efficacité en fonction des types de blessures n'est pas significativement différente dans notre étude. Nous ne pouvons donc pas préconiser un type de blessure de manière générale, c'est-à-dire pour un ensemble d'espèces. Cependant, certaines blessures semblent plus appropriées que d'autres pour une espèce donnée (au cas par cas). Aussi, sont indiquées entre parenthèses dans le tableau les blessures qui semblent favorables à une morphogenèse (callogenèse, rhizogenèse, organogenèse), et entre crochets, celles ne semblant pas favoriser de morphogenèse, et donc à éviter.

Tableau 19 : Hypothèses quant à l'aptitude à la propagation artificielle par induction du drageonnage pour les 16 espèces étudiées. Des suggestions quant aux types de blessure à infliger selon l'espèce sont indiquées entre parenthèses (favorable) ou crochets (défavorable) selon ces abréviations : A-Annélation ; DA-Demi annélation ; RS-Racine sectionnée.

Espèce qui apparemment ne se propage pas artificiellement par induction du drageonnage	Espèce dont trop peu de répétitions ont été faites pour qualifier cette aptitude	Espèce présentant de bonnes chances pour être propagé artificiellement par induction du drageonnage
<i>Harungana madagascariensis</i>	<i>Acacia abyssinica</i>	<i>Markhamia lutea</i> (RS)
<i>Maesa lanceolata</i>	<i>Acacia mearnsii</i>	<i>Melia azedarach</i> (RS) [A, DA]
<i>Psidium guajava</i>	<i>Cedrella odorata</i>	<i>Spathodea campanulata</i> (A, DA, RS)
<i>Strombosia scheffleri</i>	<i>Cedrella</i> sp.	<i>Zanthoxylum gillettii</i> (A, DA) [RS]
<i>Tarenna pavetoides</i>	<i>Mangifera indica</i>	
	<i>Tetradenia riparia</i>	
	<i>Warburgia ugandensis</i>	

V-1-3) Marcottage aérien

Comme présenté dans les résultats, les données obtenues pour la multiplication par voie de marcottage aérien sont variables selon l'espèce. Il devient donc nécessaire de juger l'intérêt du procédé pour chacune d'elles, bien que la courte durée de notre étude (60 à 90 jours entre initialisation et relevé final), et par conséquent le faible nombre de répétitions des expériences, ne nous permet pas d'affirmer avec exactitude le potentiel de multiplication par cette voie pour chaque espèce. Cette première investigation a toutefois permis d'émettre quelques hypothèses, quant aux capacités de multiplication par cette voie (Tab. 20)

Il s'agit à nouveau d'un tableau hypothétique, qu'il convient de replacer dans son contexte. De nouvelles bases de données sont essentielles pour de nouveaux confirmations

Tableau 20 : Hypothèses quant à l'aptitude à la multiplication par marcottage aérien pour les 17 espèces étudiées.

Espèces qui apparemment ne se multiplient pas par marcottage aérien	Espèces pour lesquelles de nouvelles expériences doivent être menées pour mieux définir cette aptitude	Espèces pour lesquelles le marcottage aérien est un outil de multiplication efficace
<i>Artocarpus heterophylla</i>	<i>Helinus sp.</i>	<i>Calliandra calothyrsus</i>
<i>Harungana madagascariensis</i>	<i>Maesa lanceolata</i>	<i>Mangifera indica</i>
<i>Rhoicissus tridentata</i>	<i>Markhamia lutea</i>	<i>Solanecio mannii</i>
<i>Strombosia scheffleri</i>	<i>Melia azedarach</i>	<i>Tetradenia riparia</i>
	<i>Spathodea campanulata</i>	
	<i>Tarennia pavettoides</i>	
	<i>Tephrosia vogelii</i>	
	<i>Warburgia ugandensis</i>	
	<i>Zanthoxylum gillettii</i>	

Notons l'importance de la grande saison sèche (juin-juillet) qui a couvert la durée des expériences. Comme précédemment énoncé, les ligneux connaissent des cycles physiologiques ralentis durant cette période. Aussi, le stress induit par le déficit en eau entraîne chez la plante un « comportement » de maintien des tissus et non de régénération. Les sachets des marcottes aériennes ont tous été ouverts lors des deux dernières semaines du mois août. Certains d'entre eux, et notamment *Mangifera indica*, *Helinus sp.*, *Tephrosia vogelii* présentaient de petites racines (2 à 10 cm de long). Nous observons alors le début de la rhizogenèse. Ce départ « tardif » de réaction (80 jours la mise en place des sachets) peut être corrélé avec les conditions pluviométriques. En effet, les précipitations ont repris le 10 août (cf. Annexe 5-1), permettant aux ligneux le retour progressif à un statut actif par la redistribution de l'énergie des organes de réserves à la plante entière (et donc permettre les possibilités de morphogenèse). Les rhizogenèses observées pourraient donc être la réponse, 5 à 15 jours après, du retour des pluies.

Les espèces *Solanecio mannii* et *Tetradenia riparia* présentent quant à elles de fort taux de succès, et des productions racinaires massives, en moyenne 15 jours après l'initialisation, parfois 6 jours après (cas extrême chez *Solanecio mannii*). Ces deux espèces étaient en période de floraison lors des mois secs, autrement dit avec des flux nutritifs et hormonaux importants « circulant » dans la plante. Nous pouvons envisager un détournement d'une partie de ces réserves pour répondre à la blessure de la tige et/ou induire une rhizogenèse.

En plus des caractères physiologiques de la plante, le stress hydrique fut important cette année (en comparaison des 5 dernières années : cf. Tab. 2). Les réactions au déficit en eau sont pour certaines espèces visibles à l'œil nu, par l'état de plasmolyse des feuilles (*Harungana madagascariensis*, *Maesa lanceolata*, *Calliandra calothyrsus*, *Zanthoxylum*

En plus des variations intrinsèques des espèces et des influences climatiques, les conditions expérimentales ont une place importante dans le succès et la viabilité des marcottes aériennes. Le substrat et son état d'hydratation jouent un rôle clé dans ce sens (Jannicke, 1999). Nous constatons qu'un substrat présentant plus de 40-50% de terre semble porter préjudice à la rhizogenèse, et ce pour plusieurs raisons :

- une forte proportion de terre alourdit le dispositif et augmente ainsi les risques de rupture de la branche expérimentée ;

- une forte concentration en terre rend la marcotte plus compacte (avec une porosité moindre). Cette structure peut entraîner une asphyxie des racines nouvellement formées. De plus, le substrat se durcit au cours du temps pouvant ainsi nuire au développement (en taille) de ces nouveaux organes. Dans notre étude, tel fût le cas pour *Tetradenia riparia*, dont les marcottes ont été retirées prématurément (avant 30 jours dans ce cas, les racines ne remplissaient pas la moitié du dispositif). Ces dernières sont toutefois vigoureuses après replantation (90% de réussite) ;

- enfin, une telle proportion peut induire un renversement de la marcotte. Le poids du dispositif peut en effet plier la branche expérimentée, et ainsi « retourner » la marcotte. La partie haute (proche de l'extrémité de la branche) se retrouve sous la partie basse. Nous ne possédons pas dans notre étude de preuve scientifique des méfaits de telles conditions. Cependant, cette conformation spatiale pourrait agir comme une contrainte pour la rhizogenèse, les racines se développant suivant un géotropisme positif.

V-1-4) Marcottage terrestre

Des 50 expériences réalisées, aucune n'a montré de rhizogenèse, et 2% seulement ont réalisé une callogenèse, soit aucun résultat positif en terme de multiplication d'individu. Cependant, ces dispositifs nécessitent selon l'espèce de plus longues périodes avant l'apparition des premiers enracinements. Ces périodes peuvent durer plusieurs années. C'est le cas de l'épicéa, qui s'enracine après 8 à 10 ans en zones tempérées par exemple (Frey et Burkart, 2001). Il est donc éventuellement trop tôt pour pouvoir parler de réel résultat. De plus, ces dispositifs ont besoin d'un apport en eau, tant pour assurer les activités physiologiques de la plante-mère, que pour assurer un substrat humide et meuble favorisant l'enracinement.

Aussi, les 50 expériences sont remises en place quelques minutes après la vérification. Ces dernières seront régulièrement suivies jusqu'au mois de décembre 2005, par un technicien ougandais formé lors de cette étude.

V-1-5) Callogenèse et rhizogenèse

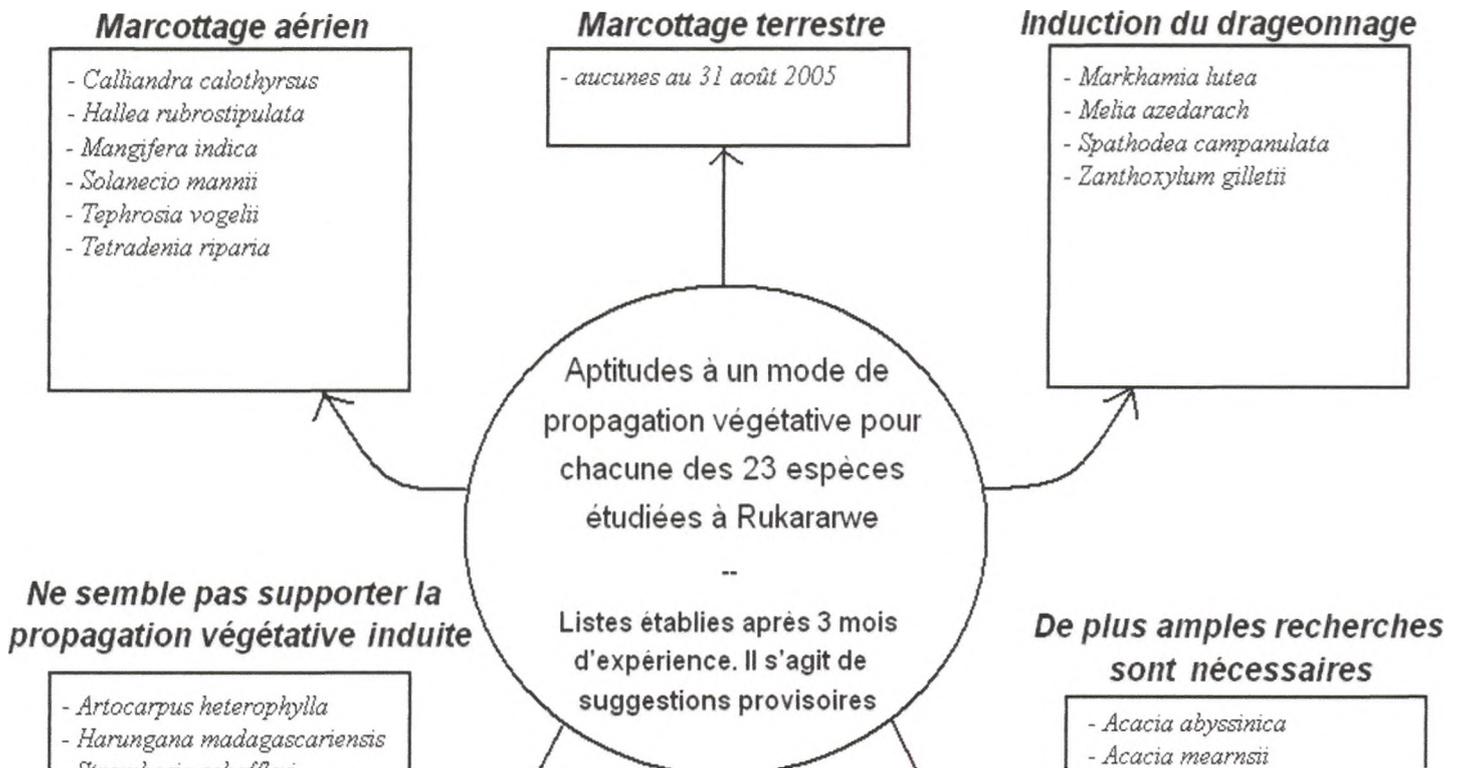
Dans chaque type d'expérience effectuée à Rukararwe nous avons observé

induire dans des conditions privilégiées (obscurité, humidité) des primordia racinaires, prémices de la rhizogenèse.

Cependant, ces mécanismes de différenciation cellulaire « du cal à la racine » sont peu connus, et il est difficile de certifier que les cals engendreront des systèmes racinaires, cela ne survient que quelquefois (Favre, 1980). Les expériences laissées en place plusieurs mois, voire une année, augmentent la probabilité d'obtenir une rhizogenèse suite à une callogenèse. Aussi, les expériences réalisées à Rukararwe devront être suivies sur une plus longue période.

V-I-6) Synthèse des aptitudes à la multiplication végétative

La figure 21 synthétise les différents résultats obtenus lors de notre étude pour tous les modes de multiplication végétative. A nouveau, ces classements sont provisoires, et nécessitent des études plus approfondies, sur un laps de temps plus long, pour pouvoir être infirmés ou confirmés.



V-2) Climat équatorial et multiplication/propagation végétative

Les données scientifiques concernant les phénomènes de propagation végétative (marcottage terrestre, induction du drageonnage) pour les espèces tropicales sont peu fréquentes. Ces modes de dispersion sont plus analysés comme des réponses de survie, lorsque les espèces subissent des longues ou intenses périodes de stress. Ainsi, plusieurs espèces sont reconnues comme espèces drageonnantes dans les biotopes sahéliens et soudano-sahéliens, notamment les genres *Isoberlinia*, *Detarium*, *Daniellia*. C'est dans des zones « hostiles » que les phénomènes de propagation naturelle semblent plus fréquents (Noubissié et Bellefontaine, 2005).

En revanche, en Ouganda, dans le Sud-Ouest du pays (1°Sud), les précipitations sont abondantes 10 mois sur 12. La saison sèche la plus importante est courte et le reste de l'année offre des conditions en eau et température optimales pour la croissance végétale. Ainsi, nous pouvons émettre l'hypothèse que les comportements des plantes seront, avec une période de stress moindre, moins tournés vers un mode de survie (multiplication végétative).

La méthode de régénération dominante dans cette région reste donc la voie sexuée, par la production de graines. Cependant, quelques espèces ne peuvent se régénérer par cette voie de reproduction, les graines étant très rapidement parasitées, ou très exigeantes pour les conditions de germination. Les outils de la propagation végétative induite connus, et pour certains développés dans cette étude, sont donc indispensables dans ces cas de figure, et ce afin de déterminer une voie de multiplication adéquate pour une espèce donnée.

De plus, les plants issus de multiplication végétative croissent plus rapidement lors des premiers mois, et ont une morphologie vigoureuse qui leur permet de s'adapter plus facilement lors des replantations en milieu non contrôlé (cf. Annexe 6-9).

Pour conclure, la propagation végétative ne s'avère pas être un mode de régénération naturel prédominant dans les régions équatoriales chaudes et humides, mais devient un outil supplémentaire précieux lors de la multiplication artificielle de ligneux.

V-3) Limites de notre étude

La première limite de cette étude est le temps imparti pour le suivi des expériences. Les réponses des expériences d'induction du drageonnage ou du marcottage terrestre ne peuvent pas être observées (ou difficilement) dans un laps de temps de trois mois, certaines espèces exigeant plusieurs années pour une réponse physiologique. Il devient donc difficile de présenter des résultats finaux et interprétables.

De plus, lors de cette étude, nous nous sommes confrontés à un manque de matériel végétal. Aussi, dans la majeure partie des cas, trop peu de répétitions ont pu être faites, et

V-4) Perspectives

Cette étude se place comme une première expérience pour la multiplication végétative des espèces présentes dans le Sud Ouest ougandais. Ce sont les premiers travaux du genre réalisés en Ouganda, et de nombreuses expérimentations doivent être menées. Dans un premier temps, ces efforts nous permettront d'enrichir nos connaissances en terme de multiplication végétative, mais aussi en terme d'induction à la propagation. De plus, ces méthodes permettent de répondre directement, et rapidement aux premiers besoins des tradipraticiens.

La formation théorique et technique de 6 personnes attachées au centre de soin va permettre par la suite, lors d'ateliers d'apprentissage, de faire connaître et enseigner ces techniques simples et peu coûteuses à la population locale. La première conséquence de ces démarches est de redynamiser la plantation de ligneux au sein des propriétés paysannes, puis de réintroduire une biodiversité dans les systèmes agricoles.

En collaboration avec l'ICRAF et le CIRAD, nous nous sommes employés à l'écriture d'un projet de prolongation de ces travaux, dans un cadre plus large (District) et dans un laps de temps plus long (1 à 3 ans) permettant de réellement tester scientifiquement chaque espèce.

Des travaux ont d'ores et déjà été menés lors du mois d'août dans le but de cette extension du projet. Une large enquête a été réalisée auprès de 110 agriculteurs de la région (cf. Annexe 2-3) sur le savoir traditionnel en terme de drageonnage d'une part, mais aussi en terme d'espèces prioritairement désirées.

D'autres expériences, toujours en cours, sont menées sur *Hallea rubrostipulata*, espèce ayant quelque peu échoué en bouturage, cette fois en utilisant le marcottage aérien en réserve naturelle (50% de réussite d'enracinement fin août -47 marcottes-, après seulement 1 mois d'expérience).

Enfin, un guide pratique sur les techniques de multiplication évoquées dans cette étude a été réalisé, et est en cours de publication. Ce dernier, écrit en anglais et en langage local (Runyankole) permettra de divulguer, avec le concours du CIRAD et de l'ICRAF, les méthodes simples et peu coûteuses de régénération des ligneux à la population locale.

VI - Conclusion

La pharmacopée traditionnelle de la région est riche, mais les pressions démographiques et anthropiques actuelles tendent à l'appauvrir, tant naturellement que culturellement. Le temps imparti pour cette étude ne nous permet pas de dégager de conclusions définitives quant aux capacités de régénération par la propagation végétative : induction du drageonnage et marcottage terrestre. La multiplication végétative par marcottage aérien est concluante. Des taux de réussite de 90 à 95 % pour certaines espèces encouragent la promotion de cette méthode simple, peu coûteuse et efficace. Le bouturage en milieu contrôlé a quelque peu échoué. Cette technique nécessite des investissements plus importants et n'est probablement pas une méthode de multiplication adaptée, tant financièrement que techniquement, aux populations locales.

Les mois de juin à juillet étaient cette année très secs, ce qui a très certainement perturbé nos expériences. L'arrivée tardive de la saison des pluies, mi-août, ne nous a pas permis de juger des conséquences de l'apport en eau sur les expériences de propagation. Aussi, un suivi des expériences est mis en place pour les six prochains mois par les techniciens du centre de soins de Rukararwe.

La reproduction sexuée semble être la stratégie végétale dominante et la mieux adaptée pour une majorité d'espèces sous ce régime climatique équatorial. Cependant, les premiers résultats obtenus nous encouragent à poursuivre les efforts de recherche sur la multiplication végétative, qui peut offrir de nouvelles alternatives de production végétale. Les protocoles expérimentaux, absents dans la région de l'étude, et plus généralement peu fréquents dans les régions tropicales humides, se doivent d'être étudiés et optimisés.

Ces expériences doivent être complétées par de nouvelles, en variant la période d'initialisation (saison sèche, saison des pluies, période intermédiaire) et les méthodes pour chaque espèce. Un projet de doctorat, mis en place par le CIRAD et l'ICRAF, permettra de mieux définir l'importance de la multiplication végétative dans la régénération des ligneux, et plus particulièrement des essences médicinales prioritaires.

VII – Références bibliographiques

- Bellefontaine R., 2005. Enrichissement des parcours par la Propagation Végétative Naturelle ou Induite (PVNI) dans les zones méditerranéennes et tropicales semi-arides. (160 diapositives). Cours au DESS « Gestion des systèmes agro-sylvo-pastoraux en zones tropicales », Université Paris XII, Janvier 2005. »
- Bellefontaine R., Bouhari A., Edelin C., Coates-Palgrave M., Sabir M., 2003. Plea for the use of suckering and layering in dry tropical and Mediterranean zones. During certain periods, on some sites, and with certain species. VITRI / ETFRN / IUFRO –SPDC International Workshop, "Trees, Agroforestry and Climate change in Dryland Africa (TACCDA)", Hyytiälä, Finland, 29 June – 4 July 2003, 19 p. Edité et diffusé fin 2004 sous forme d'un CD Rom par l'ETFRN. <http://www.etfrn.org/etfrn/workshop/degradedlands/index.html>
- Bellefontaine R. et Monteuis O., 2000. Le drageonnage des arbres hors forêt : un moyen pour revégétaliser partiellement les zones arides et semi-arides sahéniennes ? *In : Multiplication végétative des ligneux forestiers, fruitiers et ornementaux : troisième rencontre du groupe de la Sainte Catherine*, Orléans, Antibes, 27-29 novembre 2000 (Coordinateurs M. Verger, H. LeBouler). *CD-Rom CIRAD-INRA, Colloque 2002.*
- Breisch, H., 2000. Etudes exploratoires du bouturage semi-ligneux du châtaignier. *In : Multiplication végétative des ligneux forestiers, fruitiers et ornementaux : troisième rencontre du groupe de la Sainte Catherine*, Orléans, Antibes, 27-29 novembre 2000 (Coordinateurs M. Verger, H. LeBouler). *CD-Rom CIRAD-INRA, Colloque 2002.*
- Bushenyi district farm institut, 2005. Données météorologiques des années 1998 à 2005.
- Le Bouler, H., Rondouin, M., Le Bouler, M., Verger, M., 2000. Le drageonnage du merisier : une technique pour produire des plants ou pour rajeunir des pieds-mères ? *In : Multiplication végétative des ligneux forestiers, fruitiers et ornementaux : troisième rencontre du groupe de la Sainte Catherine*, Orléans, Antibes, 27-29 novembre 2000 (Coordinateurs M. Verger, H. LeBouler). *CD-Rom CIRAD-INRA, Colloque 2002.*
- Da Lage A., Métaillé G., 2000. Dictionnaire de biogéographie végétale. CNRS Editions,

- Frey, W., Burkart, A., 2001. La régénération à la limite de la forêt. Faut-il favoriser le marcottage ? La forêt, 5/01, p 7-9. Ed. Economie forestière suisse.
- Hamilton, A., 1981. A field guide for Uganda forest trees. Ed. Makerere university.
- Harivel, A., Bellefontaine, R., Boly, O., 2004. Essais de multiplication végétative à faible coût de huit espèces forestières au Burkina Faso. Publication soumise à Bois et Forêts des tropiques, avril 2005.
- Hartmann, H., Kester, D., Davies, Jr., F., Geneve, R., 1997. Plant Propagation : Principles and Practices. Ed. Prentice Hall International. 6ème edition, 770 p
- Jaenicke, H., 2003. Nursery management and seedlings production. *In : Tree domestication in agroforestry*. ICRAF headquarters, Nairobi, Kenya, 17 au 22 November 2003, 10 p.
- Jaenicke, H., 1999. Good tree nursery practises. Research nurseries. ICRAF, Nairobi, Kenya, 83 p.
- Kanabahita, C., 2001. FOSA Country Report-Uganda. In : FAO corporate document repository. <http://www.fao.org/documents/>.
- Katende, A.B., Birnie, A., Tengnäs, B., 1995. Useful trees and shrubs for Uganda. Ed. Relma, 710+24 p.
- Leakey R.B.B., Mesen J.F., Tchoundjeu Z., Longman K.A., Dick J.McP., Newton A., Matin A., Grace J., Munro R.C., Muthoka P.N., 1990. Low-technology techniques for the vegetative propagation of tropical trees. *Commonw. For. Rev.* 69 (3), 247-257.
- Marien, J.N., Verger, M., 2000. Multiplication végétative et foresterie. *In : Multiplication végétative des ligneux forestiers, fruitiers et ornementaux : troisième rencontre du groupe de la Sainte Catherine*, Orléans, Antibes, 27-29 novembre 2000 (Coordinateurs M. Verger, H. LeBouler). *CD-Rom CIRAD-INRA, Colloque 2002*.
- Mengin-Lecreulx P. et B. Chabanaud, 1986. Inventaire de la forêt classée de Faïra (Niger), Fasc. 1. Centre Technique Forestier Tropical, 53 p.
- Meunier, Q., Weisheit, A., Boffa, J.M., Bellefontaine, R. Multiplication of trees and shrubs by vegetative propagation ways : four illustrated methods for an easy, cheap and efficient propagation. Ouvrage en cours de publication. 40 p.

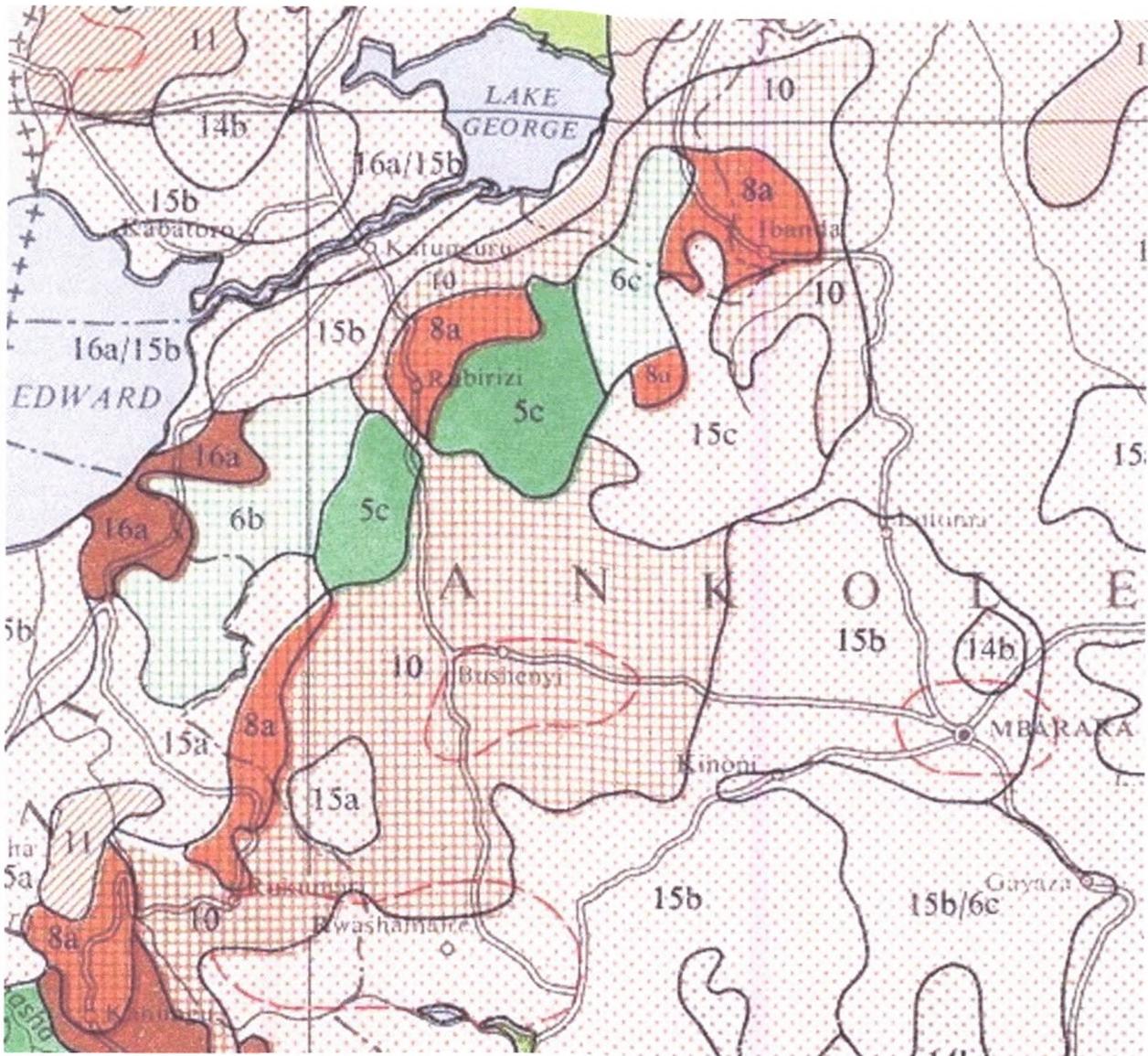
- Opeke, L.K., 1992. Tropical tree crops. Ed. Spectrum books limited, 327p.
- Roland, J-C., Roland, F., 1997. Atlas de biologie végétale. Tome 2 : organisation des plantes à fleurs. Ed. Masson, 7^{ème} édition, 141 p.
- Roussel, J., 1995. Pépinières et plantations forestières en Afrique tropicale sèche. Ed. CIRAD, 101p.
- Tchoundjeu, Z., Jaenicke, H., 2002. Layering principles and techniques. *In : Vegetative tree propagation in Agroforestry*. Ed. ICRAF, 132 p.
- Universalis Encyclopédie, 2004. Les pays du monde, de la chute du Mur de Berlin à aujourd'hui. Ed. France loisirs, 431p
- Wiesman, Z., Tchoundjeu, Z., 2002. Cuttings principles and techniques. *In : Vegetative tree propagation in Agroforestry*. Ed. ICRAF, 132 p.
- Wightman, K. E., 1999. Good Tree Nursery Practises, Practical Guidelines for Community Nurseries. Ed. International Center for Research in Agroforstry, 95 p.

ANNEXES

ANNEXE 1

Cartes descriptives du district de Bushenyi

- Annexe 1-1 : Description de la végétation (Department of Land and Survey, 1969)
- Annexe 1-2 : Description de la pédologie (Department of Land and Survey, 1969)



Annexe 1-1 : Description de la végétation pour le district de Bushenyi (échelle : 1cm=5,5km)

HIGH MONTANE TYPES

- 1 High-montane Moorland
 - 1a Grassland
 - 1b *Alchemilla*
- 2 *Ericaceae-Stoebe* High Montane Heath
- HIGH ALTITUDE FOREST
- 3 Moist Montane Forest
 - 3a *Pygeum*

FOREST/SAVANNA MOSAIC

- 8a Elephant Grass with Forest Remnants
- 8b *Hyparrhenia rufa* with Forest Remnants

WOODLAND

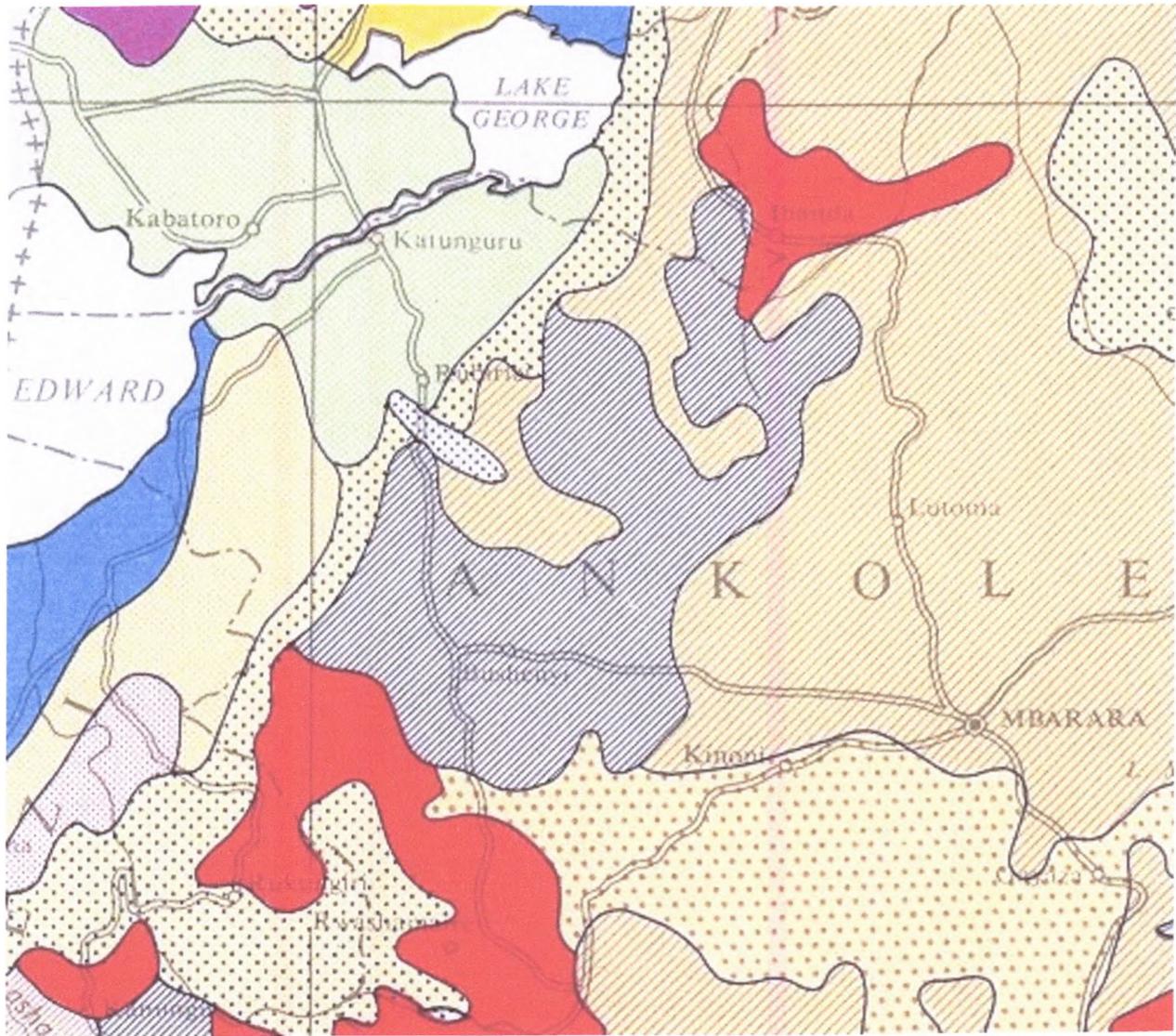
- 9 Woodland
 - 9a *Vitex-Phyllanthus-Sapium-Terminalia*
 - 9b *Terminalia*
 - 9c *Isobertinia-Daniellia*
 - 9d *Albizia-Combretum*

THICKET

- 16 Thicket
 - 16a Semi-deciduous
 - 16b Deciduous
 - 16c *Acacia-Commiphora-Euphorbia* and Succulent Steppe

STEPPE

- 17 *Acacia-Lansea* Tree and Shrub
- 18 *Chrysopogon* Grass Steppe



Annexe 1-2 : description pédologique du district (échelle : 1cm=5,5km)

WEAKLY DEVELOPED SOILS

Lithosols

Bd Not differentiated

VERTISOLS

Topographic

Dj Not differentiated

FERRISOLS

Ka Not differentiated

Kb Crystalline basic rocks

Kc Humic of high altitudes

FERRALLITIC SOILS

Dominant colour yellowish

Ferrallitic Soils continued

Humic ferrallitic soils of high altitude

Ls Not differentiated

Ferrallitic soils with "dark horizons"

Lt Not differentiated

HALOMORPHIC SOILS

ANNEXE 2

Les enquêtes auprès des tradipraticiens et de la population locale

- Annexe 2-1 :

Questionnaire 1 :

Partie A : liste des espèces peu représentées dans la forêt médicinale.

Partie B : liste à compléter par de nouvelles espèces.

- Annexe 2-2 :

Questionnaire 2 :

Sélection ouverte de 4 espèces à propager en pépinière.

Annexe 2-1
Questionnaire 1, Partie A

Liste des espèces peu représentées dans la forêt médicinale de Rukararwe

Species	Rareness		Need		
	degree ¹	Always (A) or becoming (B)	degree ²	Common / Rare disease	Part(s) of the tree used
Omunyinya (<i>Acacia abyssinica</i>)					
Mushebeya (<i>Albizia sp.</i>)					
Fene (<i>Artocarpus heterophylla</i>)					
Moon flower (<i>Brugmansia aurea</i>)					
Bottle brush (<i>Callistemon citrinus</i>)					
Pawpaw (<i>Carica papaya</i>)					
Muzugangoma (<i>Cordia africana</i>)					
Mulangara (<i>Croton macrostachyus</i>)					
Karwenda (<i>Acacia mearnsii</i>)					
Tree tomato (<i>Cyphomandra betacea</i>)					
kayapa (<i>Dovyalis caffra</i>)					
Ekiiko (<i>Erythrina abyssinica</i>)					
Ruyenzhe (<i>Euphorbia tirucalli</i>)					
Gouava (<i>Psidium guajava</i>)					
Nkago (<i>Funtumia elastica</i>)					
Omutaha (<i>Harungana madagascariensis</i>)					
Jacaranda (<i>Jacaranda mimosifolia</i>)					
Ekiigorora (<i>Jatropha curcas</i>)					
Omunya kasikuro (<i>Strombosia scheffleri</i>)					
Omuhanja (<i>Maesa lanceolata</i>)					
Omunya mazi (<i>Cedrella spp</i>)					
Omuymbe (<i>Mangifera indica</i>)					
Omusha (<i>Markhamia lutea</i>)					
Melia (<i>Melia azedarach</i>)					
Katunga (<i>Passiflora edulis</i>)					
Omuravunga (<i>Tetradenia riparia</i>)					
Mushasha (<i>Sapium ellipticum</i>)					
Cassia (<i>Senna spectabilis</i>)					
Ntobo (<i>Solanum aculeastrum</i>)					
Omwatashare (<i>Spathodea campanulata</i>)					
Omunara (<i>Rhoicissus tridentata</i>)					
Munyira (<i>Tournefortia bicolor</i>)					

Annexe 2-1
 Questionnaire 1, Partie B
 Liste à compléter par de nouvelles espèces

Do you know some others species witch will be interesting to propagate? _____

Species	Rareness		Need		
	Degree ¹	Always (A) or becoming (B)	Degree ²	Common / Rare disease	Part of the tree used

¹ Scale: very common 1-2-3-4-5 Very rare
² Scale: not much used 1-2-3-4-5 much used

Others suggestions? _____

Annexe 2-2
Questionnaire 2
Sélection ouverte de 4 espèces à propager en pépinière

Species choice for the propagation in the nursery bed

From this list of species, choose 4 of them witch are, for you, the most interesting to propagate in the nursery bed.

Select them in order of importance; 1 for the most important then 2, 3 and 4 for the others.

Species	Select
Omusoroza	
Engango (<i>Solanecio manni</i>)	
Omunya maizi (<i>Tarenna pavettoides</i>)	
Omumara (<i>Rhoicissus tridentata</i>)	
Nakekoko (<i>Bersama abyssinica</i>)	
Omuyembe (<i>Mangifera indica</i>)	
Omuhe	
Rukaka (<i>Beilschmiedia ugandensis</i>)	
Omufurura (<i>Helinus sp.</i>)	

Species	Select
Omwiha (<i>Warburgia ugandensis</i>)	
Omufumbigyesha	
Omuboro (<i>Kigelia africana</i>)	
Karwenda (<i>Acacia mearnsii</i>)	
Akihabukuru	
Akashongashonga	
Omuziko (<i>Hallea rubrostipulata</i>)	
Omusikamori	
Omufumba	

Annexe 2-3
Questionnaire 3
e du savoir traditionnel en terme de propagation végétative par voie de drageonnage

Questionnaire n°

Identification

First name:

Male / Female

yes / no

yes / no

size: aboutmeter square

yes / no

size : aboutmeter square

yes / no

size : aboutmeter square

yes / no

size: aboutmeter square

yes / no

size: aboutmeter square

Explicative drawings

seedling) come from the **root** (not from the stem) belong to the mother tree. This process can be natural on
· on injured roots (after labours, holes digging, by animals...). This process is current for some species, but can

s appear naturally on a root underground

appear on an injured root (after soil works for example)

is still on the mother root, but it can also produce his own root and becoming independent.

irritation (season, area...)

Question	Answer		Species
	yes	no	
kers appear?			-
			-
			-
			-
e the ground)			-
			-
			-
			-
			-
			-
			-
			-
ected to the mother tree			-
o the mother tree			-
			-
			-
			-
			-
?			-
			-

Question	Answer		Species
	yes	no	
the root suckers			-
			-
			-
			-
west, North, South)			-
			-
			-
			-
			-
			-
			-
			-
			-
ds?			-
			-
			-
			-
			-
			-
uce the root suckers apparition?			-
l (rat...)			-
			-
in the pasture			-
			-
			-
			-

e where the root suckers come from

Question	Answer		Species
	yes	no	
			-
			-
			-
			-
			-
			-
			-
			-
er tree which is...			-
after storm, wind)			-
			-
u cut the upper part of the tree for firewood)			-
			-
mp for example)			-
			-
example)			-
			-

not suckers like a solution to produce more trees (drawings).

Question	Answer		Species
	yes	no	
are for you difficult to propagate by seeds because...			-
			-
			-
			-
			-
			-
seeds are very difficult to maintain (many of them			-
			-
			-
			-
is a solution to propagate trees and shrubs (drawings)			-
			-
			-
			-
propagate in priority?			-
			-
			-
			-
			-

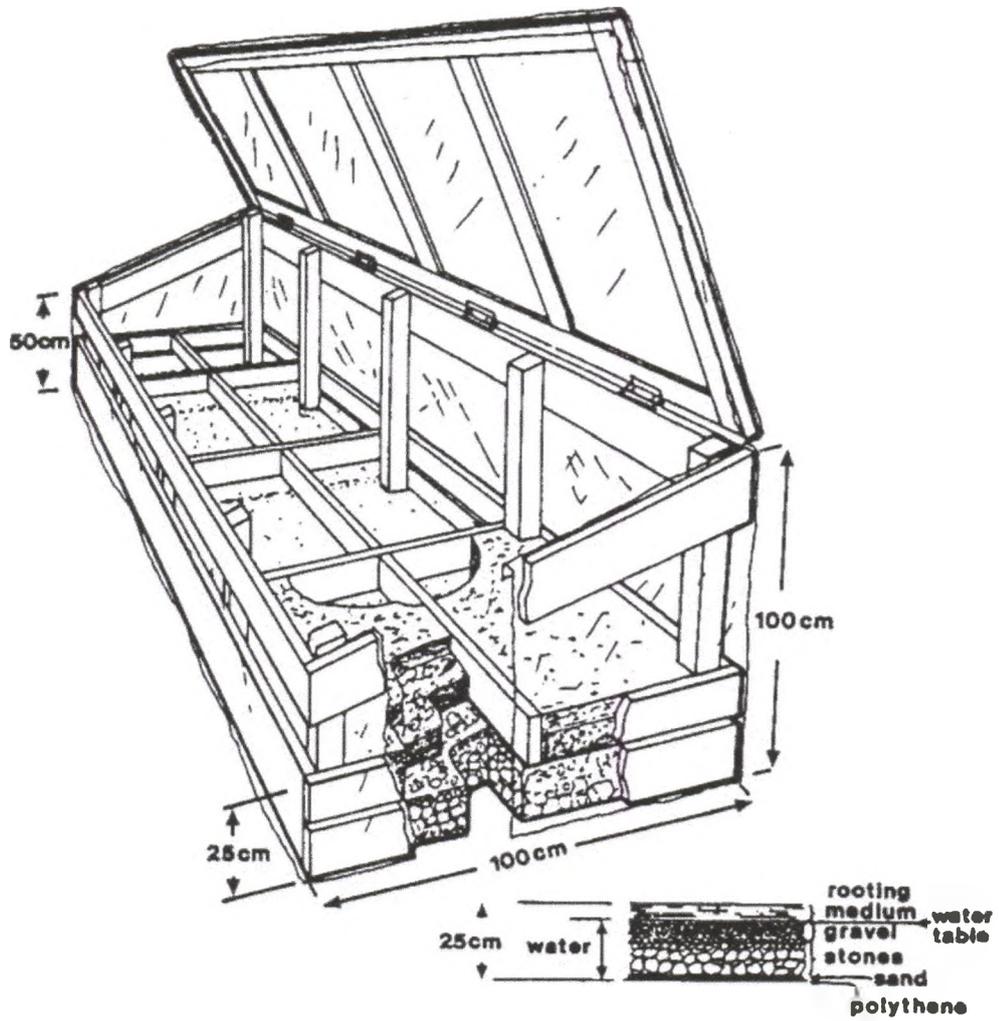
ANNEXE 3

Les propageurs

- Annexe 3-1 : vue en trois dimensions d'un propageur (Leakey et *al*, 1990)
- Annexe 3-2 : plan pour la construction des propageurs de notre étude

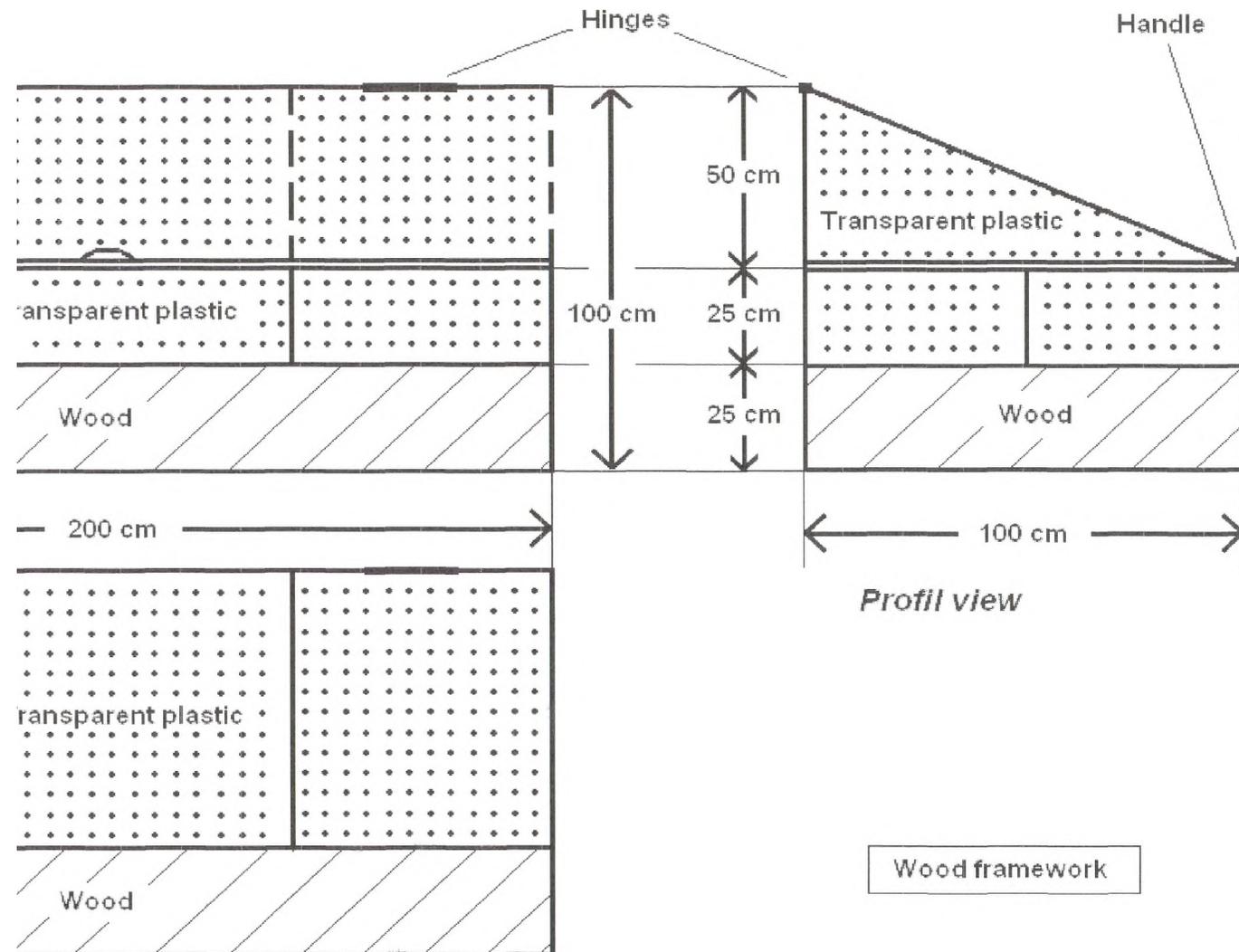
Annexe 3-1

Vue en trois dimensions d'un propagateur (Leakey et al, 1990)



Annexe 3-2

Plan pour la construction d'un des propagateurs de notre étude



ANNEXE 4

Les fiches de manipulation

- Annexe 4-1 : fiche individuelle pour les expériences d'induction du drageonnage.
- Annexe 4-2 : fiche individuelle pour les expériences de marcottage aérien.
- Annexe 4-3 : fiche individuelle pour les expériences de marcottage terrestre.

Annexe 4-1

Fiche individuelle pour les expériences d'induction du drageonnage par forçage

Root suckers inducing – manipulation form

Identification number:

Date:

Time:

Weather:

Exposition:

Diameter (DBH) of the mother tree:

Distance from the mother tree:

Root questions

Root diameter:

Deep of the root:

Type of injury:

Size:

Injury covers with:

Time steps:

Others information:

Annexe 4-2

Fiche individuelle pour les expériences de marcottage aérien

Air layering – manipulation form

Identification number:

Date:

Time:

Weather:

Exposition:

Type of injury:

Size:

Distance from the tip:

Diameter of the branch:

Diameter of the tree:

Tree stage:

Type of soil:

Humidity:

Type of fixing:

Look at the final result:

Annexe 4-3

Fiche individuelle pour les expériences de marcottage terrestre

Simple layering – manipulation form

Identification number:

Date:

Time:

Exposition:

Diameter:

Of the tree:

Of the branch near the tree's trunk:

Of the branch (the part in contact with the soil):

Length:

Between the trunk and the contact point:

Between the contact point and the tip of the branch:

Number of leaves:

Before the contact point:

After the contact point:

Tree stage (flowers, fruits...):

If you practise an injury, which type:

Branch fixed on the soil with:

Contact point cover with:

ANNEXE 5

Données météorologiques

- Annexe 5-1 : Données pluviométriques journalières : année 2005
- Annexe 5-2 : Données thermiques journalières : mars à septembre 2005

Annexe 5-1

Données pluviométriques journalières : année 2005

Jours	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
1	0,0	0,0	0,0	0,0	6,6	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	49,9	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0
4	0,0	4,6	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	4,8
5	0,0	5,4	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	13,9	0,0	0,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0	2,0	11,9	0,0	0,0	0,0
8	18,8	1,6	0,0	7,6	0,3	0,0	0,0	0,0
9	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	0,0	0,0	4,7	0,3	0,0	2,2	0,0	28,9
11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1
12	0,0	0,0	0,0	5,6	0,5	0,0	0,0	12,0
13	0,0	0,0	4,9	21,6	1,8	0,0	0,0	0,2
14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
15	10,6	0,0	3,5	0,0	0,1	0,0	0,0	3,7
16	0,0	0,6	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,7	5,3
18	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	19,3
19	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0
20	0,0	0,0	37,4	0,3	0,0	0,0	0,0	3,9
21	0,0	0,0	2,8	0,0	15,3	0,0	0,0	0,3
22	0,0	0,0	0,8	0,0	1,4	0,0	0,0	17,2
23	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24	1,9	0,0	12,3	0,0	0,0	0,0	0,0	
25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
26	0,0	6,5	0,0	1,6	21,4	0,0	0,0	
27	0,0	4,5	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	

Annexe 5-2

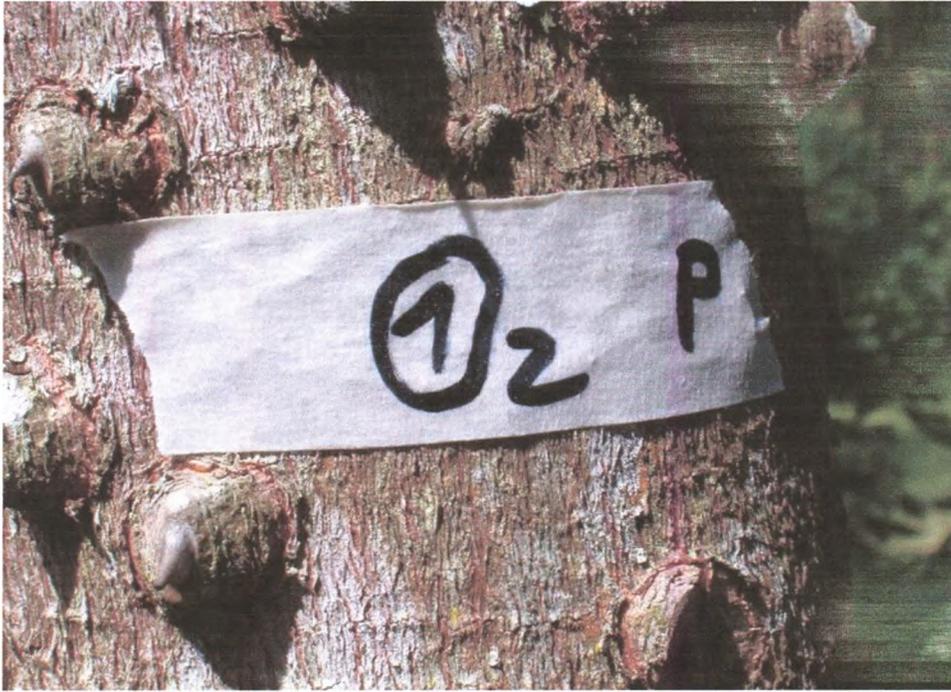
Données thermiques journalières : mars à septembre 2005

Jours	Mars		Avril		Mai		Juin		Juillet		Août	
	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min
1	28,4	15,8	28,9	11,9	25,7	12,9	27,4	12,2	26,1	11,2	27,6	13,8
2	27,6	15,1	29,7	11,1	19,5	16,0	26,2	15,0	27,0	12,8	27,7	14,7
3	24,5	15,1	29,1	13,1	24,5	14,5	27,2	13,1	27,0	10,8	29,0	12,7
4	27,2	13,9	27,6	15,1	26,2	15,0	27,1	13,5	25,7	12,5	23,2	14,4
5	27,2	17,2	27,4	14,0	25,1	12,4	27,0	12,5	25,9	11,1	25,9	16,1
6	25,0	15,3	24,9	15,5	24,7	15,0	27,3	13,4	27,1	10,0	27,2	14,4
7	26,8	13,6	27,4	14,3	24,9	13,5	26,4	13,7	25,9	12,2	28,2	11,6
8	27,4	12,4	26,6	15,2	24,4	12,7	23,7	15,7	26,8	10,0	28,6	16,0
9	28,1	14,3	24,7	14,6	25,6	11,5	26,0	14,6	25,9	9,8	28,6	15,9
10	28,7	13,4	27,8	14,0	25,8	14,5	24,4	16,7	24,4	9,9	27,9	15,5
11	29,0	12,7	25,5	14,5	26,1	14,2	27,0	15,5	24,0	9,6	27,3	14,1
12	28,3	12,1	24,3	14,9	24,7	14,6	25,0	13,0	26,2	10,2	27,8	16,4
13	26,1	13,9	24,8	12,5	26,9	14,5	27,4	11,0	26,8	12,1	22,0	15,2
14	25,2	15,5	25,5	14,0	21,2	14,0	26,8	11,9	27,8	7,7	24,4	14,6
15	25,6	13,0	27,2	13,2	26,8	15,4	26,1	11,5	28,4	8,4	22,6	16,4
16	25,6	13,4	25,6	14,0	25,8	17,8	27,5	12,7	28,7	10,8	24,9	13,4
17	24,6	16,2	26,3	16,1	26,3	15,7	27,2	13,9	28,8	10,9	22,7	14,3
18	25,7	13,0	26,5	14,4	26,8	15,0	22,7	15,9	23,6	15,0	24,7	15,9
19	27,3	13,7	26,0	14,4	27,8	15,2	24,6	14,4	25,1	15,9	24,0	14,8
20	25,0	13,5	26,2	15,1	27,6	14,2	23,5	12,6	26,1	14,1	23,6	14,9
21	24,7	16,1	27,6	12,3	24,6	13,4	22,1	14,5	28,4	10,7	25,7	14,0
22	25,1	14,0	27,6	12,7	23,0	16,0	24,0	15,0	28,9	14,2	26,9	15,0
23	25,7	14,4	25,7	14,5	24,8	16,6	23,7	14,4	26,8	13,5		
24	27,7	14,5	26,8	14,0	25,7	15,3	24,8	16,0	27,8	13,8		
25	24,8	15,0	28,6	14,5	24,3	13,3	26,8	11,2	26,8	14,7		
26	26,3	14,9	28,1	13,7	26,3	16,2	26,5	11,6	28,5	13,0		
27	25,1	15,4	28,2	14,2	25,6	12,7	26,7	11,8	27,5	10,4		
28	25,3	14,9	24,4	17,2	23,4	15,5	26,6	11,4	25,3	15,9		
29	27,7	11,1	21,6	15,4	24,1	13,5	26,9	14,1	25,0	14,0		

ANNEXE 6

Photographies – schémas explicatifs

- Annexe 6-1 : Méthode de marquage individuel lors de l'inventaire spécifique de la forêt de Rukararwe.
- Annexe 6-2 : méthodologie pas à pas pour l'induction du drageonnage (photographies)
- Annexe 6-3 : méthodologie pas à pas pour l'induction du drageonnage (schémas)
- Annexe 6-4 : méthodologie pas à pas pour le marcottage aérien (photographies)
- Annexe 6-5 : méthodologie pas à pas pour le marcottage aérien (schémas)
- Annexe 6-6 : méthodologie pas à pas pour le marcottage terrestre (photographies)
- Annexe 6-7 : méthodologie pas à pas pour le marcottage terrestre (schémas)



Annexe 6-1 : marquage des individus inventoriés (*Pas de propagation végétative observée pour cet exemple*).

Annexe 6-2 : Méthodologie pas à pas pour l'induction du drageonnage (photographies)



1- Excavation.

Ici sur *Harungana madagascariensis*

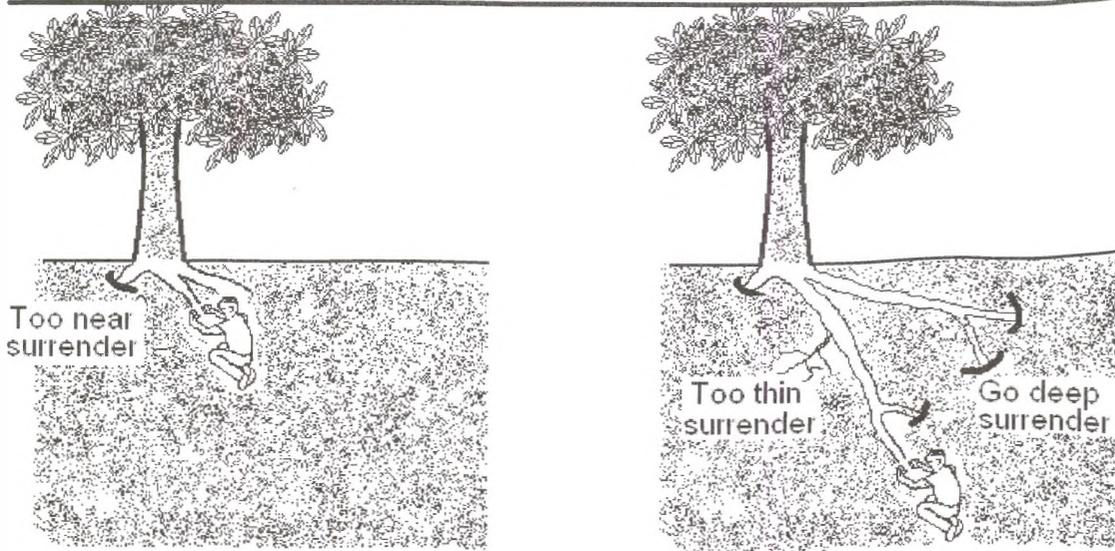
2- Sélection de la racine et pratique de la blessure.

Ici une annélation complète de l'écorce sur *Spathodea campanulata*

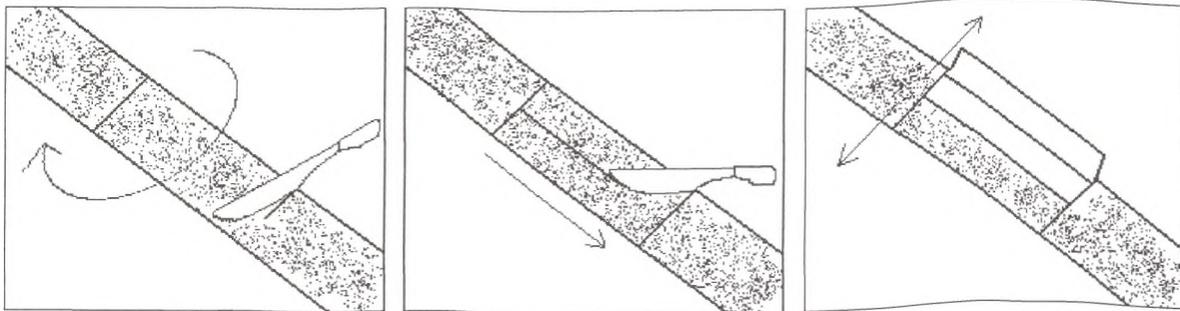


Annexe 6-3 : Méthodologie pas à pas pour l'induction du drageonnage (schémas)

1 - Digging and choosing the root



2 - Make the injury : here, total ring of root bark

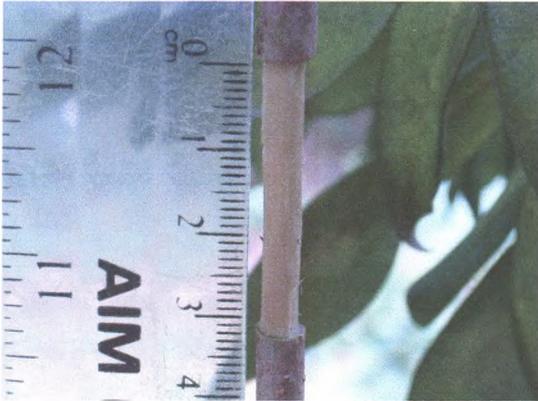


3 - Cover the injury and record your experiment (with a stick)

hills 2/10

hills 2/10

Annexe 6-4 : Méthodologie pas à pas pour le marcottage aérien (photographies)



1- Choix de l'emplacement de la marcotte et annélation de l'écorce de la tige.
Ici sur *Warburgia ugandensis*. Annélation de 3cm



2- Mise en place du sachet. La forme de cornet permet de mieux réceptionner le substrat.
Mise en place sur *Artocarpus heterophylla*



3- Remplissage du sachet, fermeture de la marcotte

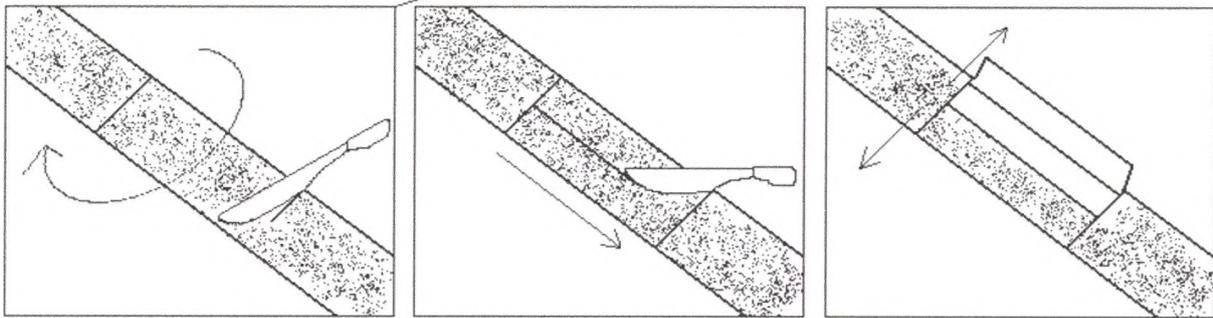


Annexe 6-5 : Méthodologie pas à pas pour le marcottage aérien (schémas)

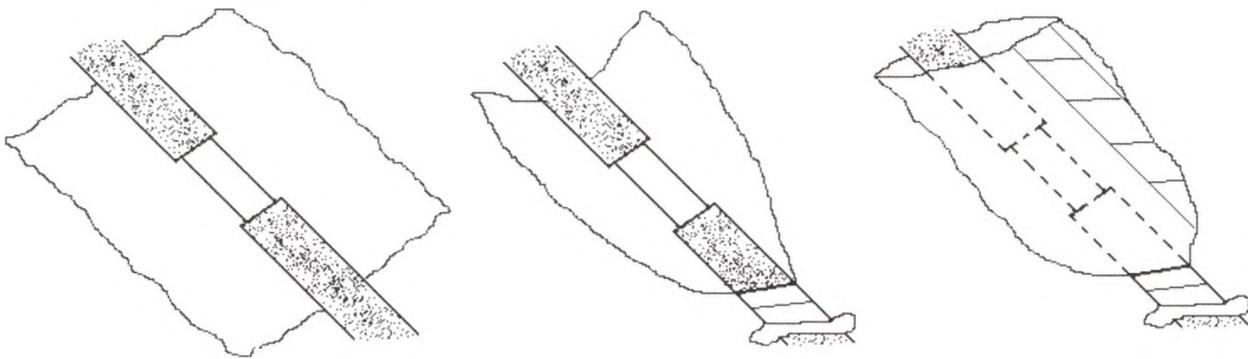
1- Selection of the branch part



2- Injury elaboration



3- Plastic bag set up



4- Filling with humid substrate

5- Closing and finishing

Annexe 6-6 : Méthodologie pas à pas pour le marcottage terrestre (photographies)



1- Sélection d'une branche basse. Préparation sol et positionnement de cette dernière.
Expérience réalisée sur *Spathodea campanulata*

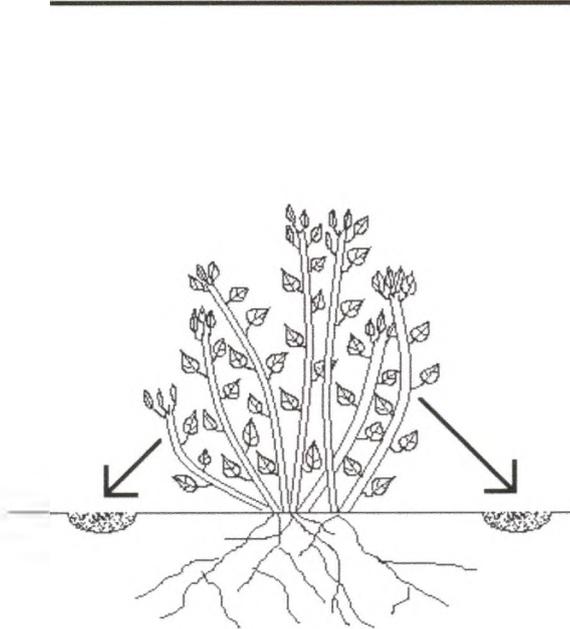
2- Branche maintenue par une pièce de bois fourchue.
Cas de *Maesa lanceolata* ici.



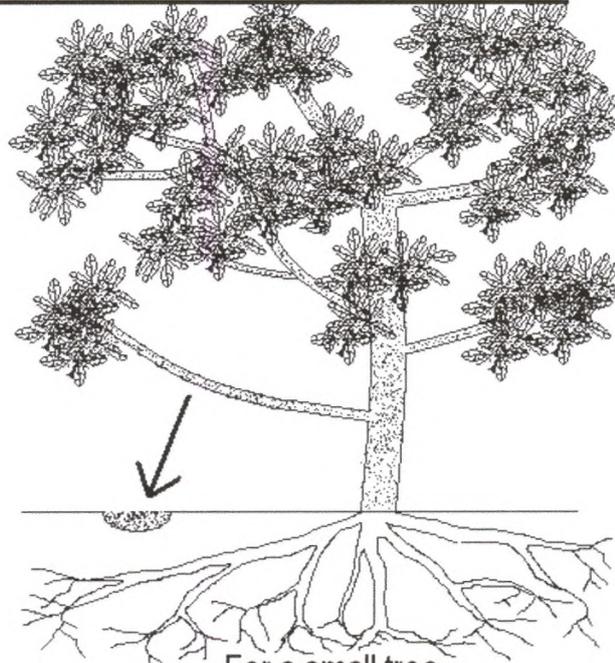
3 et 4- Buttage de la branche et enregistrement de l'expérience.
Maesa lanceolata

Annexe 6-7 : Méthodologie pas à pas pour le marcottage terrestre (schémas)

1 and 2 - Selection of a lower branch and soft digging on the contact point

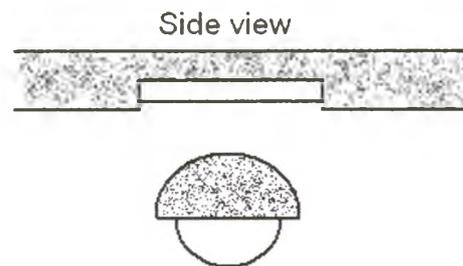
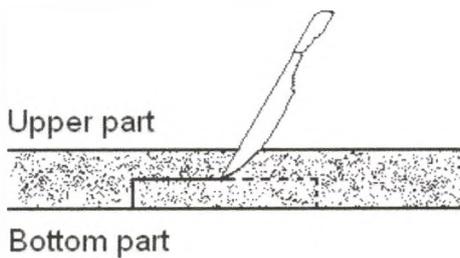


For a shrub



For a small tree

3 - Injury of the stem



Profile view

Annexe 6-8 : les différentes réponses observées lors de l'ouverture des marcottes aérienne 60 à 90 jours après leur initialisation.



Marcotte détruite



Mort de l'extrémité de la branche



Aucune réaction



Formation d'un cal

Annexe 6-9 : comparaison de croissance entre plantule issue de reproduction sexuée et plantule issue de multiplication végétative.



Quatre plants de Solanecio mannii

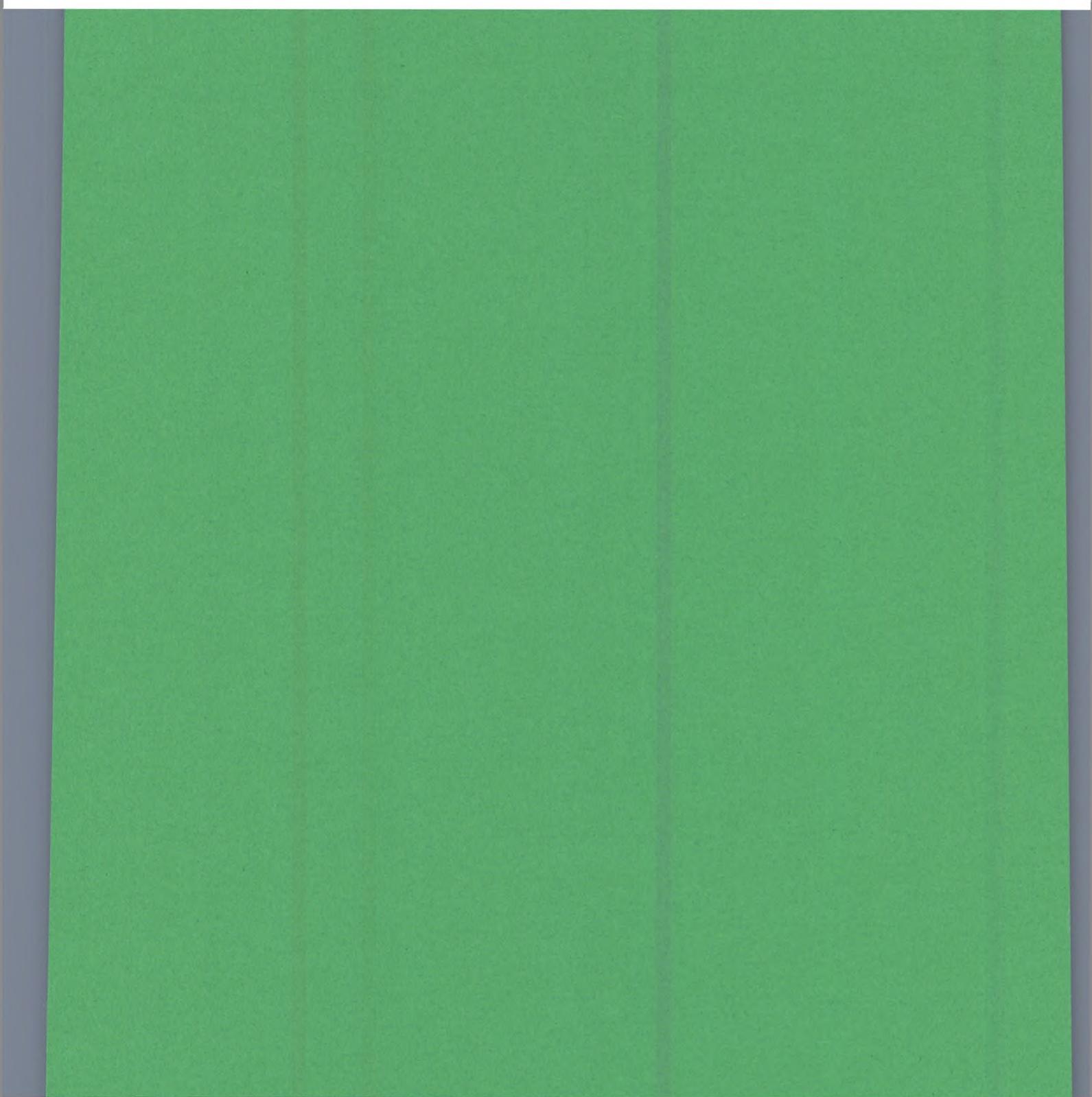
Les plants A et B sont issus de multiplication végétative (marcottage aérien). Ils sont âgés de 2 mois et sont prêts à être replantés.

Les plants C et D sont issus de reproduction sexuée (graines). Ils sont âgés de 18 mois et sont également prêts à être replantés.

Les quatre plants ont le même substrat, ils ont reçu la même quantité d'eau, à la même fréquence d'arrosage. Le facteur variable ici est le diamètre des pots, plus grand de 1,5 cm



Rapport-gratuit.com 
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES



Résumé

Mots clés : multiplication végétative, marcottage, bouturage, drageonnage, plantes médicinales.

La biodiversité des ligneux en Ouganda est sous l'emprise de pressions démographiques et anthropiques grandissantes. Les multiples utilisations du bois engendrent une raréfaction de certaines essences médicinales indispensables aux tradipraticiens. Se crée ainsi un besoin de développer des techniques de multiplication des végétaux, afin de pouvoir répondre à la demande des populations locales. Cette étude propose et teste des méthodes de multiplication végétative afin de fournir de nouveaux outils de régénération d'arbres et arbustes jugés prioritaires. Vingt-et-une espèces sont testées avec quatre méthodes : le marcottage terrestre, le marcottage aérien, l'induction du drageonnage et le bouturage. Le temps imparti à cette étude ne nous a pas permis d'effectuer un nombre suffisant de répétitions. Les conclusions ne peuvent donc être définitives, notamment pour le marcottage terrestre et l'induction du drageonnage. D'autres séries d'expériences sont nécessaires et indispensables pour qualifier les potentialités des méthodes testées. Les résultats très positifs obtenus pour le marcottage aérien nous permettent d'envisager la multiplication végétative comme une excellente alternative aux difficultés de reproduction naturelle ou artificielle via la reproduction sexuée.

Abstract

Key words: vegetative propagation, layering, cutting, root sucker inducing, medicinal plants.

Woody species in Uganda are dependent on anthropics and demographic increasing pressures. Various use of wood generates a rareness of essential medicinal species for tradipraticians. Appear the necessity to develop propagation techniques, in answer to local population requests. The purpose of our study is to suggest vegetative propagation methods, as new tools for trees and shrubs regeneration. Twenty-one priority species are tested with four methods of propagation: terrestrial layering, air layering, root sucker inducing and cuttings. Time allotted to the study was not enough to