

Technique de Multiplication Végétative par Bouturage de *Macaranga beillei* Prain (Euphorbiaceae)

Koffi Kouao Jean

Maitre de Conférences, Université Nangui Abrogoua, UFR Sciences de la Nature, Laboratoire de Botanique et Valorisation de la Diversité Végétale (LaBVDiV), Laboratoire d'Ecologie et de Développement Durable (LEDD), Institut Botanique Aké-Assi d'Andokoi (IBAAN) Abidjan, Côte d'Ivoire

Yao N'Guettia Francis

Doctorant, Université Nangui Abrogoua, UFR Sciences de la Nature, Laboratoire d'Ecologie et de Développement Durable (LEDD), Abidjan, Côte d'Ivoire

Kouadio Yao Lambert

Maitre de Conférences, Université Nangui Abrogoua, UFR Sciences de la Nature, Laboratoire de Botanique et Valorisation de la Diversité Végétale (LaBVDiV), Laboratoire d'Ecologie et de Développement Durable (LEDD), Abidjan, Côte d'Ivoire

Haba Jean Florent

Doctorant, Université Nangui Abrogoua, UFR Sciences de la Nature, Laboratoire de Biologie et Amélioration des Productions Végétales, Abidjan, Côte d'Ivoire

Tuo Fatou

Doctorante, Université Nangui Abrogoua, UFR Sciences de la Nature, Laboratoire d'Ecologie et de Développement Durable (LEDD), Abidjan, Côte d'Ivoire

Kone Moussa

Adama Bakayoko

Professeur Titulaire, Université Nangui Abrogoua, UFR Sciences de la Nature, Laboratoire de Botanique et Valorisation de la Diversité Végétale (LaBVDiV), Laboratoire d'Ecologie et de Développement Durable (LEDD), Abidjan, Côte d'Ivoire

Jan Bogaert

Professeur Titulaire, Université de Liège / Gembloux Agro-Bio Tech Unité Biodiversité et Paysage, Gembloux, Belgique

[Doi: 10.19044/esipreprint.10.2022.p650](https://doi.org/10.19044/esipreprint.10.2022.p650)

Approved: 29 October 2022
Posted: 31 October 2022

Copyright 2022 Author(s)
Under Creative Commons BY-NC-ND
4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Koffi K., Yao N.F., Kouadio Y.L., Haba J.F., Tuo F., Kone M., Adama B. & Boagaert J. (2022). *Technique de Multiplication Végétative par Bouturage de Macaranga beillei Prain (Euphorbiaceae)*. ESI Preprints. <https://doi.org/10.19044/esipreprint.10.2022.p650>

Resume

Macaranga beillei Prain, est une espèce de la famille des Euphorbiaceae. Elle est vulnérable selon l'UICN, endémique à la Côte d'Ivoire et surtout utilisée en médecine traditionnelle. Cette étude a pour objectif de contribuer à la conservation de cette espèce. De façon spécifique, il s'agit de faire une analyse floristique, de vérifier la disponibilité actuelle de cette espèce et de faire un essai de multiplication végétative de *Macaranga beillei* afin de permettre sa vulgarisation auprès des utilisateurs. Pour ce faire, des boutures de *Macaranga beillei* et trois types de substrats (sol en provenance de l'ilot forestier de l'Université Nangui Abrogoua (TfUNA), sol en provenance de la jachère de l'Université Nangui Abrogoua (TjUNA) et sol composté (Tc) réalisé à partir des fientes de caille et de copeaux de bois) ont été utilisés. Il ressort que sur l'ensemble du territoire ivoirien, seulement 72 échantillons de *Macaranga beillei* ont été récoltés. Aussi, sur les 72 échantillonnée, 38 soit un taux de 52,77% ont été récoltés dans le Parc National du Banco. Quant à l'analyse de la disponibilité actuelle, elle révéla une disparition éminente de l'espèce. Alors que le Parc National du Banco a été plébiscité zone de refuge de *Macaranga beillei*, cependant, sur les 38 échantillons récoltés par Aké Assi et ses collaborateurs de 1905 à 2002, seulement 4 échantillons ont été retrouvés. Pour ce qui concerne l'essai de multiplication végétative, elle a été un succès avec un taux moyen de reprise végétative des boutures de 66,66% contre 33,33% de taux moyen de mortalité. La valeur de l'indice du risque de vulnérabilité de l'espèce (IV), calculé au sujet de *Macaranga beillei* est de 2,46 ce qui confirme sa vulnérabilité. Les plants ont été introduits dans la forêt de l'Université Nangui Abrogoua et dans l'arboretum du Centre National de Floristique (CNF) de l'Université Houphouët Boigny de Cocody.

Mots-clés :Euphorbiaceae, Enquête ethnobotanique, Multiplication vegetative, Bouturage, *Macaranga beillei* Prain

Technique of Vegetative Propagation by Cuttings of *Macaranga beillei* Prain (Euphorbiaceae)

Koffi Kouao Jean

Maitre de Conférences, Université Nangui Abrogoua, UFR Sciences de la Nature, Laboratoire de Botanique et Valorisation de la Diversité Végétale (LaBVDiV), Laboratoire d'Ecologie et de Développement Durable (LEDD), Institut Botanique Aké-Assi d'Andokoi (IBAAN) Abidjan, Côte d'Ivoire

Yao N'Guettia Francis

Doctorant, Université Nangui Abrogoua, UFR Sciences de la Nature, Laboratoire d'Ecologie et de Développement Durable (LEDD), Abidjan, Côte d'Ivoire

Kouadio Yao Lambert

Maitre de Conférences, Université Nangui Abrogoua, UFR Sciences de la Nature, Laboratoire de Botanique et Valorisation de la Diversité Végétale (LaBVDiV), Laboratoire d'Ecologie et de Développement Durable (LEDD), Abidjan, Côte d'Ivoire

Haba Jean Florent

Doctorant, Université Nangui Abrogoua, UFR Sciences de la Nature, Laboratoire de Biologie et Amélioration des Productions Végétales, Abidjan, Côte d'Ivoire

Tuo Fatou

Doctorante, Université Nangui Abrogoua, UFR Sciences de la Nature, Laboratoire d'Ecologie et de Développement Durable (LEDD), Abidjan, Côte d'Ivoire

Kone Moussa

Adama Bakayoko

Professeur Titulaire, Université Nangui Abrogoua, UFR Sciences de la Nature, Laboratoire de Botanique et Valorisation de la Diversité Végétale (LaBVDiV), Laboratoire d'Ecologie et de Développement Durable (LEDD), Abidjan, Côte d'Ivoire

Jan Bogaert

Professeur Titulaire, Université de Liège / Gembloux Agro-Bio Tech Unité Biodiversité et Paysage, Gembloux, Belgique

Abstract

Macaranga beillei Prain, is a species of the Euphorbiaceae family. It is vulnerable according to the IUCN, endemic to Côte d'Ivoire and mainly used in traditional medicine. This study aims to contribute to the conservation of this species. Specifically, it is a question of carrying out a floristic analysis, checking the current availability of this species and carrying out a vegetative propagation test of *Macaranga beillei* in order to

allow its popularization among users. To do this, cuttings of *Macaranga beillei* and three types of substrate (soil from the forest island of Nangui Abrogoua University (TfUNA), soil from the fallow land of Nangui Abrogoua University (TjUNA) and soil compost (Tc) made from quail droppings and wood chips) were used. It appears that on the whole of the Ivorian territory, only 72 samples of *Macaranga beillei* were collected. Also, out of the 72 sampled, 38, representing a rate of 52.77%, were collected in the Banco National Park. As for the analysis of the current availability, it revealed an eminent disappearance of the species. While the Banco National Park was the preferred refuge area of *Macaranga beillei*, however, of the 38 samples collected by Aké Assi and his collaborators from 1905 to 2002, only 4 samples were found. As for the vegetative propagation test, it was a success with an average rate of vegetative recovery of cuttings of 66.66% against 33.33% average mortality rate. The value of the index of the risk of vulnerability of the species (IV), calculated about *Macaranga beillei* is 2.46 which confirms its vulnerability. The plants were introduced into the Nangui Abrogoua University forest and into the arboretum of the Center National de Floristique (CNF) of the Houphouët Boigny University of Cocody.

Keywords: Euphorbiaceae, Ethnobotanical survey, Vegetative propagation, Cuttings, *Macaranga beillei* Prain

Introduction

L'appétit de l'homme pour les biens et les services affecte les écosystèmes et les espèces. Ainsi,

Selon la stratégie et plan d'action pour la diversité biologique nationale 2016-2020, l'Etat de Côte d'Ivoire, à l'instar des autres Etats du monde entier, est conscient de l'importance de la diversité biologique à telle enseigne que son ministère en charge de cette question se doit d'élaborer une stratégie pour la préserver. Cependant, afin d'aboutir à cela, plusieurs approches ont été menées. Dès lors, pour le cinquième rapport national sur la diversité biologique en 2014, en Côte d'Ivoire, de 2014 à 2020, des enquêtes sur l'état des espèces à statut particulier, leur répartition et leur écologie, les résultats de liaison à la gestion de la conservation, et des mesures spécifiques de sauvegarde sont mises en œuvre pour 100% des espèces prioritaires identifiés. De ce fait, d'ici à 2020, l'extinction d'espèces menacées connues est évitée et leur état de conservation, en particulier de celles qui tombent le plus en déclin, est amélioré et maintenu.

C'est dans ce cadre que cette étude s'oriente en faisant cas de *Macaranga beillei* Prain, une espèce de la famille des Euphorbiaceae à Statut particulier. Le choix de cette espèce s'est essentiellement basé sur le statut particulier (rare ou vulnérable, endémique à la Côte d'Ivoire) de l'espèce et

de son utilité pour la population ivoirienne. En effet la bibliographie relative à cette espèce, révèle que *Macaranga beillei* est une espèce vulnérable (UICN, 2019), endémique à la Côte d'Ivoire (Aké Assi, 2001) et utilisée en médecine traditionnelle pour soigner la toux (Bouquet et Debray, 1974; Piba, 2016). Il convient de signaler que *Macaranga beillei* a également une aire très restreinte dans la région d'Abidjan–Dabou. Pourtant cette espèce, peut être localement abondante mais à cause de son habitat très menacé par les activités anthropiques, sa survie dépend pratiquement de celle du Parc National du Banco (Lachenaud, 2004).

Malheureusement, de toutes ces informations, en aucun cas, un essai de reproduction de cette espèce a été entrepris. De ce constat, cette étude préliminaire, vient comme une contribution à la conservation, à la valorisation et à l'utilisation durable des espèces à Statut particulier de la Côte d'Ivoire de façon générale et particulier de *Macaranga beillei*. De façon spécifique, il sera question d'analyser la flore de *Macaranga beillei*, d'analyser la disponibilité actuelle *Macaranga beillei*, et procéder par la mise en place d'une technique de repeuplement de cette espèce. Il s'agit d'une technique conservatoire d'une espèce en général rare pour sa sauvegarde et éventuellement sa réintroduction dans son milieu naturel où un milieu remplissant les conditions de vie de cette espèce (Philippe *et al.*, 2009).

I. MATERIEL ET METHODES

1.1 Matériel

1.1.1 Matériel biologique

Le matériel biologique utilisé est essentiellement composé des échantillons des espèces de la famille des Euphorbiaceae et des boutures de *Macaranga beillei* Prain utilisées pour la multiplication végétative de cette espèce.

1.1.2 Matériel technique

1.1.2.1 Base de données

Pour la collecte des données relative à *Macaranga beillei* Prain, le matériel utilisé est de diverse origine. Il s'agit des données issues de SIG IVOIRE (Gautier *et al.*, 1999), de la flore de Côte d'Ivoire (Aké Assi, 2001), des données issues de GBIF (Global Biodiversity Information Facility, www.gbif.org) et du Musé de Paris, <http://www.mnhn.fr/fr/collection>).

1.1.2.2 Matériel de terrain

1.1.2.2.1 Disponibilité de *Macaranga beillei* Prain.

Il s'agit de la carte de distribution spatiale portant les informations géographiques de *Macaranga beillei* récoltée antérieurement, d'un récepteur

GPS (Global Positioning System) pour repérer les localités échantillonnées. Les échantillons prélevés ont été identifiés au Centre National du Floristique (CNF).

1.1.2.2 Matériel de repeuplement

Le repeuplement nécessite une acquisition de parcelle pour la culture des pépinières. Ainsi, pour les travaux préalables, une machette a été utilisée pour le désherbage et l'entretien des parcelles expérimentales. Ensuite, un ruban mètre a été utilisé pour mesurer et délimiter les parcelles. Des sacs en matière de polystyrène contenant les substrats pour enfouir les boutures ont été utilisés. Un sécateur a permis de prélever et d'habiller les boutures. Une règle et un compact ont été utilisés pour mesurer la hauteur des plants. Un arrosoir a servi pour l'arrosage des boutures en pépinières. Pour noter toutes les informations relatives aux plantules (mesure de la hauteur plants et comptage des nombre de feuilles apparues), des fiches de relevés ont été établies et utilisées à cet effet.

1.1.3 Matériel de laboratoire

En vue d'évaluer la composition physico-chimique des substrats utilisés, une analyse au laboratoire s'avère nécessaire. A cet effet, plusieurs matériels de laboratoire ont été utilisés. Il s'agit d'un pH-mètre pour la mesure de pH. Une spectrométrie démission atomique par plasma induit et un colorimètre ont été employés pour le dosage des bases échangeables et du phosphore. Une centrifugeuse pour la séparation de substances de densités différentes tenues en suspension ou émulsion dans un liquide a également été utilisée. Pour peser les échantillons de sol, une balance électronique a été utilisée. Des flacons, des béchers, et des bocal stériles ont été utilisés pour la conservation des échantillons. Tout ce matériel provient de Laboratoire National d'Appui au Développement Agricole (LANADA).

1.1.4 Matériel édaphique

Pour la réalisation de l'essai de repeuplement, il s'avère nécessaire de la mise en place d'une pépinière. Ainsi pour la conduite de l'essai de culture, trois types de sols ont été utilisés. Il s'agit du sol en provenance de l'ilot forestier de l'Université Nagui Abrogoua (TfUNA), du sol en provenance de la jachère de l'Université Nangui Abrogoua (TjUNA) et du sol composté (Tc) réalisé à partir des fientes de caille et de copeaux de bois.

1.1.5 Matériel inventaire en randonnée

Le but de l'inventaire en randonnée dans ce travail, est dans un premier temps de vérifier la disponibilité actuelle de *Macaranga beillei* et dans un second temps, d'avoir du matériel végétal de *Macaranga beillei* pour l'essai de repeuplement. En effet, un seul pied de *Macaranga beillei* étant

répertorié dans la relique forestière de l'UNA, il s'avère important de chercher d'autres pieds afin d'effectuer les prélèvements d'organes pour le repeuplement dans le souci de ne pas surexploiter le seul pied déjà trouvé. Dès lors, selon la bibliographie, *Macaranga beillei* est une espèce qui aurait trouvé refuge au Parc National de Banco à cause de son habitat fortement menacé par les activités humaines (Lachenaud 2004). C'est alors que, le Parc National de Banco a été choisi pour mener cette activité.

1.2 Méthodologie

1.2.1 Méthode d'inventaire en randonnée

Une fois le matériel de l'inventaire en randonnée réuni, les coordonnées géographiques des échantillons ont été projetées sous forme de point sur la carte du Parc National de Banco qui a servi de moyen d'orientation. Ensuite, les coordonnées géographiques des échantillons récoltés ultérieurement, ont été introduites dans un GPS avec l'option « go to » afin de repérer ces points de récolte.

1.2.2 Conduite expérimentale de l'essai de repeuplement

1.2.2.1 Choix du site de l'expérimentation

L'essai s'est effectué dans la lisière de la forêt de l'Université Nangui Abrogoua (UNA) (figure 1). La première raison justifiant ce choix est qu'un pied de *Macaranga beillei* a été retrouvé dans cette forêt juste à l'entrée du côté du service patrimoine. La deuxième raison est que la forêt de l'UNA est un îlot forestier issu de la fragmentation de la forêt du Banco lors de la tracée de la voie expresse d'Abobo-Adjamé (Missa *et al.*, 2018). De ces deux informations, nous pouvons conclure que la forêt de l'UNA remplit les conditions favorables pour le développement de *Macaranga beillei*.

1.2.2.2 Préparation des substrats et habillage des boutures

Pour l'essai de la multiplication végétative par bouturage de *Macaranga beillei*, ce sont 500 mg de chaque substrat qui ont été prélevés pour subir les tests d'analyse physico-minéralogique. En effet, chaque substrat a été répété 2 fois (exemple sol A : échantillon A1, échantillon A2 et échantillon A3) et la moyenne des valeurs relatives en composition physico-minéralogique de ces 3 échantillons, a été considérée comme la valeur de la composition physico-minéralogique d'un substrat. L'objectif est de voir l'influence des composés physico-minéralogique sur la reprise végétative et la croissance en hauteur des boutures.

Pour ce qui concerne l'habillage des boutures, deux types de boutures ont été choisies (figure 2). Il s'agit des boutures dépourvues de feuilles (F0), (toutes les feuilles ont été supprimées) et de boutures avec deux feuilles (F2), (suppression partielle des feuilles en laissant deux feuilles).

Toutes les boutures utilisées, mesurent 10cm de long et chacune d'elles pour 3 nœuds, au total 36 boutures ont été utilisées pour l'expérience. Toutefois, dans cette expérience, deux facteurs ou modalités sont étudiés. Il s'agit du facteur substrat et du facteur bouture.

1.2.2.3 Dispositif expérimental et mise en terre des boutures

Le dispositif utilisé est le factoriel bloc avec 3 répétitions et sans randomisation c'est-à-dire sans recourt à un tirage au sort (figure 3). Il s'agit d'un dispositif expérimental classique qui associe deux facteurs étudiés et un gradient d'hétérogénéité qui suit le sens du gradient repéré et une répartition aléatoire des traitements dans chaque bloc (Tableau I). Un bloc peut être défini comme étant une partie de terrain supposée homogène, c'est-à-dire que l'on admet que le sol a la même constitution physique, chimique, topographique etc. Un bloc est constitué d'un ensemble de parcelles élémentaires recevant chacune une répétition de chacun des traitements étudiés. Il y a donc autant de blocs que de répétitions des traitements. Ce dispositif expérimental est plus souvent rencontrés en expérimentation agronomique car mieux adaptés aux hétérogénéités du terrain (Pierre, 2013). En effet, selon Pierre (2013) ce dispositif a un triple avantage: l'hétérogénéité et donc la variance de l'erreur expérimentale est mieux maîtrisée, les travaux sont plus faciles à exécuter, et il est facile de comparer visuellement les traitements puisqu'ils sont peu éloignés les uns des autres.

Cette méthode a été utilisée pour le bouturage de nombreuses espèces (Aké-Assi, 2015 ; Ebah, 2019 et Rosenn et Denis, 2004).

Pour la réalisation de cette expérience, six traitements ont été constitués en combinant le type de substrat et le mode d'habillage des boutures (Tableau I). Ces six traitements sont repartis comme suit :

- ✓ Traitement 1 (T1) : sol provenant de la jachère de l'UNA + bouture dépourvue de feuilles (TjUNAF0);
- ✓ Traitement 2 (T2) : sol provenant de la jachère de l'UNA + bouture avec deux feuilles (TjUNAF2);
- ✓ Traitement 3 (T3) : sol provenant de la forêt de l'UNA + bouture dépourvue feuilles (TfUNAF0) ;
- ✓ Traitement 4 (T4) : sol provenant de la forêt de l'UNA + bouture avec deux feuilles (TfUNAF2) ;
- ✓ Traitement 5 (T) : sol composté + bouture dépourvue feuilles (TcF0) ;
- ✓ Traitement 6 (T) : sol composté + bouture avec deux feuilles (TcF2).

Chaque traitement correspondant à une parcelle élémentaire et qui est répétée 3 fois, est affecté une et une seule fois dans chacun des blocs. On répète les traitements pour avoir une idée de l'erreur expérimentale, sans répétition, on ne pourrait pas l'estimer (Philippe, 1999). Chaque parcelle est composée de 4 sachets portant chacune des boutures. Ainsi, on a 12

boutures par traitement et 36 sachets pour la réalisation de l'essai repartis en 3 blocs. Les blocs sont alors allongés perpendiculairement au gradient. Le gradient peut être induit par une pente, ou par une lisière brise-vent ou apportant de l'ombrage, ou bien par la proximité d'un cours d'eau, ou encore par d'autres causes. Dans notre cas ici, le gradient est induit par la lisière de la forêt de l'UNA apportant de l'ombrage. Ceci étant, chaque bouture a été enfouie dans le substrat jusqu'au niveau du deuxième nœud. Après la mise en terre des boutures, celles-ci sont arrosées chaque deux jours durant le premier.

Tableau I. Récapitulatif de la composition des traitements et leur répartition dans les différents blocs

1 facteur substrat, 3 substrats (TjUNA, TfUNA, Tc) 1 facteur bouture 2 boutures (F0, F1)							6 traitements (3*2) 3 répétitions Sens du gradient d'hétérogénéité 
Bloc 1	(TjUNAF0) 1	(TfUNAF2) 4	(TcF2) 6	(TjUNAF2) 2	(TcF0) 5	(TfUNAF0) 3	
Bloc 2	(TjUNAF2) 2	(TcF0) 5	(TfUNAF2) 4	(TfUNAF0) 3	(TjUNAF0) 1	(TcF2) 6	
Bloc 3	(TfUNAF0) 3	(TcF2) 6	(TjUNAF0) 1	(TfUNAF2) 4	(TcF0) 5	TjUNAF2) 2	

1.2.2.4 Analyse des données de l'essai de multiplication végétative par bouturage

L'analyse des données de l'essai de la multiplication végétative consiste à évaluer la reprise des poussées végétatives des boutures. Chaque 7 jours (figure 4), le nombre de boutures ayant bourgeonnées, est compté. L'objectif est d'évaluer le délai de la reprise végétative, le taux de la reprise végétative et aussi le taux de mortalité. Ensuite les paramètres tels que la hauteur des plants et le nombre de feuilles, seront également évalués. La hauteur des plants a été mesurée à l'aide d'un mètre ruban. La mesure est prise entre le collet et la base des feuilles nouvellement formées. Les feuilles sont comptées chaque semaine à partir du premier nœud d'insertion jusqu'aux feuilles apicale.

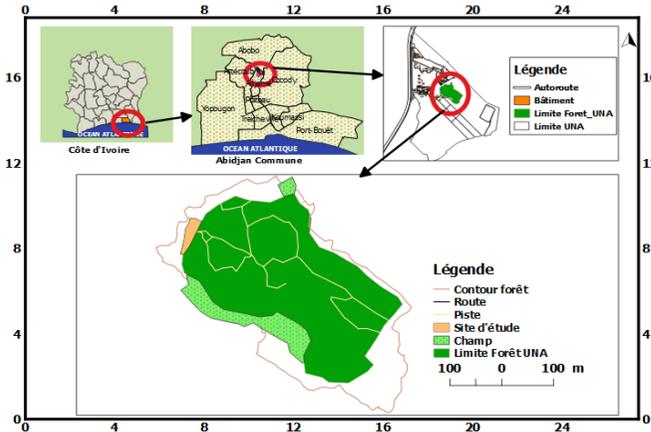


Figure 1: Situation géographique du site de repeuplement (forêt de l'UNA)



Figure 2: Mode d'habillage des boutures

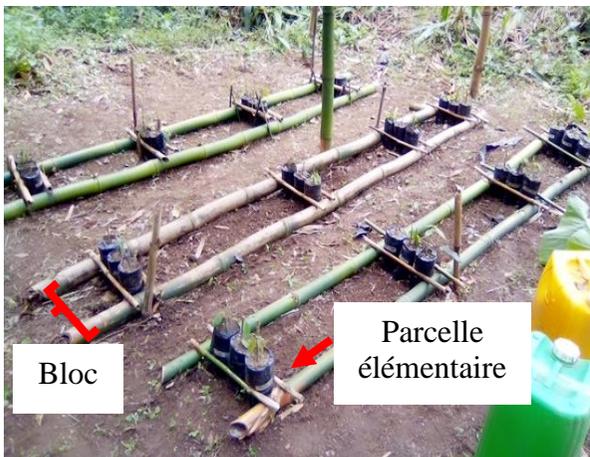


Figure 3: Dispositif expérimental pour le repeuplement de *Macaranga beillei* Prain



Figure 4 : Collecte des données des paramètres de croissance des boutures.

1.2.2.4.1 Taux de reprise végétative

Le taux de reprise végétative (Tr), est obtenu en faisant le rapport entre le nombre de bouture ayant bourgeonné (Nr) part le nombre total de bouture piquées initialement (Nt) multiplié par 100. Il s'exprime en pourcentage (%) et sa valeur varie de 0 à 100. Ce paramètre a été pris en compte une semaine après la mise en terre des boutures. Les calculs ont été effectués à partir de la formule suivante :

$$Tr = (Nr/Nt) * 100$$

1.2.2.4.2 Taux de mortalité des boutures

Le taux de mortalité des boutures (Tm) s'obtient en faisant le rapport entre le nombre des boutures n'ayant pas survécu (Pnv) et le nombre total

(Nt) de bouture piquées le tout multiplié par 100. Il s'exprime en pourcentage (%) et sa valeur varie de 0 à 100. Pour cette étude, ce paramètre a été pris en compte à partir de la 4^{ème} semaine après la mise en terre des boutures. La valeur de ce taux a été calculée à partir de la formule suivante :

$$Tm = (Pnv/Nt) * 100$$

1.2.2.4.3 Hauteur moyenne des plants.

La hauteur moyenne des plants (Hm) est le rapport de la hauteur totale (Ht) des plants sur le nombre de plants choisis (Ns) par parcelle élémentaire. La hauteur moyenne s'exprime en mètre (m). Elle a été mesurée chaque semaine jusqu'à la fin de l'expérience. Elle a été calculée à partir de la formule suivante :

$$Hm = Ht/Ns$$

1.2.2.4.4 Nombre moyen de feuilles des plants

Le nombre moyen des feuilles (Fm) apparu par plant s'obtient en faisant le rapport du nombre total de feuilles (Ft) et du nombre de plants (Ns) choisi par parcelle élémentaire. Il a été calculé à partir de la formule suivante :

$$Fm = Ft/Ns$$

1.2.3 Analyse univariés

1.2.3.1 Analyse de la variance (ANOVA)

L'objectif de l'analyse univariée dans ce travail, est de tester les relations existantes entre les différents paramètres de croissance évalués et l'influence des substrats sur la reprise végétative des boutures. En effet, l'analyse de la variance (ANOVA) a pour objectif d'étudier l'influence d'un ou plusieurs facteurs sur une variable quantitative. C'est la comparaison de moyennes pour plusieurs groupes (> 2). Il s'agit de comparer la variance intergroupe (entre les différents groupes: écart des moyennes des groupes à la moyenne totale) à la variance intragroupe (somme des fluctuations dans chaque groupe). S'il n'y a pas de différence entre les groupes, ces deux variances sont (à peu près) égales. L'ANOVA se résume à une comparaison multiple de moyennes de différents échantillons constitués par les différentes modalités des facteurs.

Ainsi, pour la comparaison des moyennes des paramètres de croissance étudiées dans ce travail, une analyse des variances ANOVA a été appliquée. Toutefois, pour beaucoup de tests paramétriques (ANOVA, régression), l'homogénéité des variances est une condition nécessaire.

Dès lors, avant l'application de l'analyse ANOVA, certains tests ont été réalisés préalablement. L'objectif est de savoir si les conditions de

l'application de l'analyse des variances ANOVA sont réunies dans le cadre de ce travail.

Cependant, pour vérifier les conditions d'application du modèle ANOVA, deux tests ont été réalisés.

Le premier test est le test de Shapiro-Wilk. Très populaire, le test de Shapiro-Wilk est basé sur la statistique. En comparaison des autres tests (Ricco, 2011), il est particulièrement puissant pour les petits effectifs ($n \leq 50$). L'objectif est de vérifier la normalité de la hauteur des plants. En effet, si la probabilité de réalisation de l'hypothèse d'égalité des moyennes p est supérieure à 0,05 ($P > 0,05$), on a une distribution qui suit une loi normale. En effet, en statistique, le test de normalité permet de vérifier si des données réelles suivent une loi normale (une loi de probabilité absolument continue) ou pas.

Le deuxième test est le test de Bartlett. Le test de Bartlett est un test paramétrique considéré comme un test de rapport de vraisemblance. Il permet de tester l'égalité de plusieurs variances. En pratique, nous pouvons l'appliquer lorsque les effectifs n_i des I échantillons sont tous au moins égaux à 3 (Frédéric, 2010). Ce test dépend de la normalité des résidus. Si la probabilité de réalisation de l'hypothèse d'égalité des moyennes p est supérieure à 0,05 ($P > 0,05$), alors on a une homogénéité de variance car $P > 0,05$. Dans le cas inverse, le test de Tukey est utilisé pour comparer les moyennes entre elles au seuil de 0,05. Une fois tous ces paramètres vérifiés, le test ANOVA est alors effectué.

1.2.3.2 Test de corrélation de Pearson

Le test de corrélation dans ce travail, a pour objectif d'analyser la liaison entre la hauteur moyenne des plants et le nombre moyen de feuilles pris deux-à-deux. Toutefois, le coefficient de corrélation de Pearson (et son test) est utilisé pour mesurer une relation linéaire entre deux variables quantitatives. On l'utilise théoriquement lorsque la population étudiée est distribuée de façon normale sur les deux variables. Le coefficient de corrélation de Pearson (également appelé coefficient de corrélation de Bravais-Pearson), noté " r ", peut prendre les valeurs comprises entre -1 et +1.

$r = 1$: relation linéaire parfaite, droite de pente positive

$r = -1$: relation linéaire parfaite, droite de pente négative

$r = 0$: absence de relation linéaire mais il peut y avoir une relation d'un autre type à savoir:

$-1 < r < 0$: relation linéaire négative: le nuage de points présente une pente descendante.

$0 < r < +1$: relation linéaire positive: le nuage de points présente une pente ascendante.

Le test de Pearson permet également de quantifier l'intensité d'une liaison entre deux grandeurs quantitatives observées. L'intensité de la liaison est statistiquement significative ou non, lorsque la *p-value* et les corrélations entre les traitements sont significatifs au seuil de 0.05.

Pour un résultat à corrélation significative, les deux variables présentent une relation qui, au minimum, présente une "ressemblance" avec la linéarité. Pour un résultat à corrélation non significative le test a été incapable de déceler une relation de linéarité. Dans ce cas, on observe les résultats suivants: pas de relation, indépendance entre les deux variables, relation à composante linéaire mais dont l'intensité est trop faible (masquée par la variabilité induite par les facteurs aléatoires), relation entre les 2 variables dont la forme empêche la détection d'une relation linéaire. Le logiciel R studio, à partir du package « Corplot » et de la fonction « rquery.comat » a été utilisé pour la réalisation de tous ces tests

II- RÉSULTATS

2.1. Analyse floristique

L'analyse floristique a permis de trouver que sur l'ensemble du territoire ivoirien, seulement 72 échantillons de *Macaranga beillei* ont été récoltés. Il en ressort également de cette analyse que le Parc National de Banco est la localité la plus échantillonnée avec 38 sur 72 échantillons soit un taux de 52,77% (annexe). Aussi, il a été révélé que les récoltes de *Macaranga beillei* se sont effectuées uniquement dans les régions côtières.

2.2. Inventaire en randonnée

L'inventaire en randonnée qui a permis de vérifier la disponibilité actuelle de *Macaranga beillei* a été menée au Parc National de Banco. Ainsi, sur les 38 échantillons de *Macaranga beillei*, récoltés par Aké Assi et ses collaborateurs de 1905 à 2002, seulement 4 échantillons ont été retrouvés (figure 5 A).

Sur cette figure, les coordonnées géographiques des échantillons récoltés antérieurement sont suffisamment proches que les points sont superposés. En outre, par endroit, où l'espèce avait été récoltée antérieurement par Aké Assi et ses collaborateurs, les eaux de ruissellement en provenance d'Abobo, ont inondé les lieux causant probablement la disparition de l'espèce en ces lieux (figure 5 B et C).

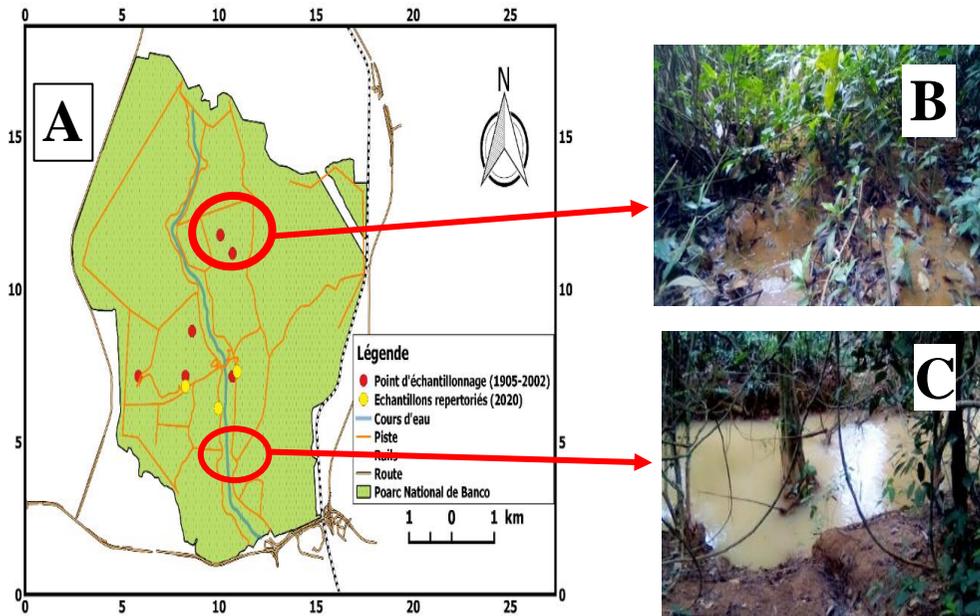


Figure 5. Carte de distribution spatiale de *Macaranga beillei* Prain et les zones inondées dans le Parc National de Banco

A: distribution spatiale de *Macaranga beillei* Prain; B et C : habitat de *Macaranga beillei* Prain

2.3. Analyses des données de l'essai de repeuplement

2.3.1. Analyse des substrats

Les résultats relatifs à l'analyse des paramètres physico-minéralogique effectuée sur les trois types de substrats sont présentés dans le tableau II. En effet, lors de ces analyses, les observations suivantes ont été faites.

Le pH des substrats varie de 4,07 à 5,9. La valeur la plus élevée du pH (5,9), est observée au niveau du sol composté. Au niveau du sol en provenance de la jachère de l'UNA, la valeur du pH est de 5,026 tandis que celui du sol en provenance de la forêt de l'UNA est de 4,07.

Le taux de Matière Organique (MO) du sol composté est de 28,5% tandis que celui des sols en provenance de la forêt de l'UNA et de la jachère de l'UNA sont respectivement 7,9 % et 7,38%.

Pour ce qui est de la concentration du Carbone Organique Total (COT), la plus grande valeur (9,53%), est observée au niveau du sol composté. Elle est suivie de celles des sols en provenance de la forêt de l'UNA (5,58%) et de la jachère de l'UNA (4,25%).

La concentration moyenne de phosphore assimilable (P), varie de 7,86 à 9,5 (mg/kg) dans les différents substrats. Le sol en provenance de la

forêt de l'UNA est le plus concentré en phosphore avec une valeur de 9,5 (cmol/kg). Ensuite vient le sol en provenance de la jachère de l'UNA avec une valeur 9 (cmol/kg). Pour le sol composté, la concentration en phosphore assimilable est de 7,86 (cmol/kg).

Au niveau du taux d'azote (N), les substrats ont pratiquement la même teneur et sont respectivement réparties comme suit : le sol composté 0,51% d'azote, le sol en provenance de la jachère de l'UNA 0,5% d'azote et le sol en provenance de la forêt de l'UNA 0,45% d'azote.

La valeur du rapport carbone / azote (C/N), est plus élevée dans le sol composté (18,5675) tandis que celles en provenance des sols de la forêt de l'UNA et de la jachère de l'UNA, sont respectivement 9,93 et 8,55.

La concentration moyenne en potassium échangeable (K^+) est plus élevée pour le sol composté (1659,531cmol/kg). Il s'en suit de celle pour le sol provenance de la forêt de l'UNA (1419,7217 cmol/kg) puis celle du sol en provenance de la jachère de l'UNA avec une valeur de 1417,387 cmol/kg. La concentration moyenne en sodium est plus élevée au niveau du sol composté par rapport aux autres types de sols avec une valeur de 244,61033 cmol/kg. Les valeurs respectives de la concentration moyenne en sodium pour les substrats se présentent comme suit : 115,211667cmol/kg pour le sol en provenance de la jachère de l'UNA et 111,19767 cmol/kg pour le sol en provenance de la forêt de l'UNA.

La concentration moyenne en magnésium (Mg^{2+}) pour le sol composté est largement supérieure à celle des autres sols avec une valeur de 660,94533 cmol/kg. Il s'en suit de celle pour le sol provenance de la forêt de l'UNA avec une valeur 192,41533 cmol/kg. La plus petite valeur de concentration moyenne en magnésium (Mg^{2+}) est observée au niveau du sol en provenance de la jachère de l'UNA avec une valeur de 82,25033 cmol/kg. Enfin, la concentration moyenne de calcium échangeable (Ca^{2+}) est plus élevée dans les sols en provenance de la forêt de l'UNA et de la jachère de l'UNA avec pour valeur respectives 9130,596 cmol/kg et 8812,00433 cmol/kg. Pour le sol composté, la concentration moyenne de calcium échangeable est de 2450,8783 cmol/kg.

L'issue de ces analyses révèle que le sol composté est majoritairement le plus riche en termes de concentration moyenne des composés physico-minéralogiques et de capacité d'échange cationique par rapport aux sols en provenance de la forêt de l'UNA et de la jachère de l'UNA.

Tableau II. Paramètres physico-chimique des substrats analysés

Paramètres	Substrats		
	Compost	Sol de la forêt de l'UNA	Jachère de l'UNA
pH	5,9	4,07	5,0266667
% MO	28,5	7,9	7,3333333
% COT	9,531323	4,5823666	4,2536736
Phosphore (cmol/kg)	7,8666667	9,5	9
% N	0,5133333	0,4566667	0,5
C/N	18,5675	9,9316434	8,5557521
K+ (cmol/kg)	1659,531	1419,7217	1417,387
Na+ (cmol/kg)	244,61033	111,19767	115,211667
Mg ²⁺ (cmol /kg)	660,94533	192,41533	82,2503333
Ca ²⁺ (cmol /kg)	2450,8783	9130,596	8812,00433
CEC	8127,7886	20176,942	19321,108

2.3.2 Effet des traitements sur la reprise végétative et la mortalité des boutures.

La reprise végétative n'a pas été simultanée pour toutes les boutures (figure 6). Elle a commencé la première semaine de l'expérience pour certaines boutures et la deuxième semaine de l'expérience pour d'autres. Elle a été de façon progressive jusqu'à s'achever la quatrième semaine pour l'ensemble des traitements. Les taux de reprise végétative ont été déterminés à la quatrième semaine après la mise en terre des boutures. Cette période marque la fin des bourgeonnements des boutures de chaque traitement. Les courbes d'évolution des traitements en fonction du temps montrent que T1, T3 et T5 ont commencé le bourgeonnement la première semaine de l'expérience après la mise en terre des boutures tandis que les traitements T2, T4 et T6 ont commencé leur bourgeonnement juste après la première semaine de l'expérience (8^{ème} jour). Entre la première semaine et la deuxième semaine après la mise en terre des boutures, le bourgeonnement a été progressif pour tous les traitements. En effet, le traitement T3 est passé d'une bouture bourgeonnée de la première semaine à 5 boutures bourgeonnées la deuxième semaine après la mise en terre des boutures. Les traitements T1 et T5 ont exactement le même nombre de boutures bourgeonnées de la première semaine à la deuxième semaine après la mise en terre des boutures (3 boutures sur 6 ayant bourgeonnés pour chaque traitement), soit un taux de reprise végétative de 50%. De même, les traitements T4 et T2 ont exactement le même nombre de bouture bourgeonnées de la première semaine à la deuxième semaine après la mise en terre des boutures. Ils ont respectivement chacun 2 boutures bourgeonnées, soit un taux de reprise végétative de 33,33%. Le traitement

T1 a une seule bouture bourgeonnée à la deuxième semaine après la mise en terre des boutures, soit un taux de 16,66%.

A partir de la deuxième semaine, d'importante modification du rythme d'évolution de la reprise végétative des boutures ont été observées. Les traitements T3 et T4 ont eu la reprise végétative de leurs boutures respectives stationnée (5 boutures ayant bourgeonnées pour le traitement T3 et 2 boutures pour le traitement T4) jusqu'à la troisième semaine, soit un taux de reprise végétative de 83,33% et 33,33% pour le traitement T4. Les traitements T5 et T6 ont eu la reprise végétative s'accroître progressivement de la deuxième semaine à la troisième semaine avant d'être stationnée à partir de la quatrième semaine (3 boutures ayant bourgeonnées à la deuxième semaine après la mise en terre des boutures à 5 boutures à la troisième semaine pour le traitement T5 et 2 boutures ayant bourgeonnées à la deuxième semaine après la mise en terre des boutures à 5 boutures à la troisième semaine pour le traitement T6). Ce qui correspond à un taux de reprise végétative de 83,33% pour chaque traitement.

Pour ce qui concerne les traitements T1 et T2, ils ont eu leur reprise végétative s'accroître progressivement de la deuxième semaine à la troisième semaine avant d'être stationnée à partir de la quatrième semaine (3 boutures ayant bourgeonnées à la deuxième semaine après la mise en terre des boutures à 4 boutures à la troisième semaine pour le traitement T1 et 2 boutures ayant bourgeonnées à la deuxième semaine après la mise en terre des boutures à 4 boutures à la troisième semaine pour le traitement T2). Ce qui correspond à un taux de reprise végétative de 66,66% pour chaque traitement.

Quant au taux de mortalité, elle a été prise en compte à partir de la quatrième semaine après la mise en terre des boutures. Il varie entre 16,66% et 66,66% (figure 7). Toutefois, les boutures avec feuilles repiquées dans le sol en provenance de la forêt de l'UNA (T4), ont eu un fort taux de mortalité (66,66%) par rapport aux autres traitements. Par contre, les boutures avec et sans feuilles repiquées dans le sol en provenance de la jachère de l'UNA (T1 et T2), ont les mêmes taux de mortalité (33,33% pour chaque traitement). Il en est de même pour les boutures sans feuilles repiquées dans le sol en provenance de la forêt de l'UNA (T3), qui a un taux de mortalité égal à 33,33%. Les traitements T6 et T5 ont enregistré les plus faibles taux de mortalité (16,66%). Ces traitements sont respectivement constitués des boutures sans feuilles repiquées dans le sol composté (T5) et des boutures avec feuilles repiquées dans le sol composté (T5).

Au total, sur les 36 boutures mises en terre, 24 ont survécu, soit un taux de reprise végétative de 66,66%. Les 12 autres boutures n'ont pas pu survécu, soit un taux de mortalité de 33,33%.

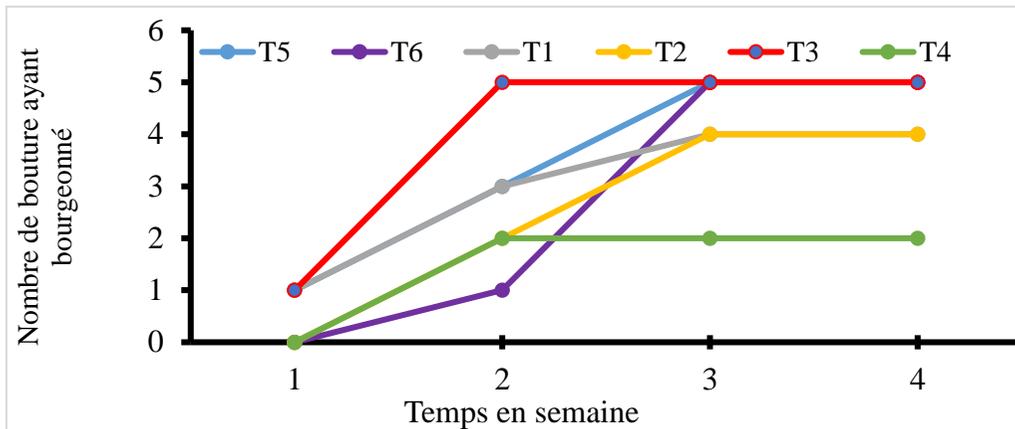


Figure 6. Courbe d'évolution de la reprise végétative des boutures en fonction du temps

T1 : sol en provenance de la jachère de l'UNA + bouture sans feuilles ; T2 : sol en provenance de la jachère de l'UNA + bouture avec deux feuilles ; T3 : sol en provenance de la forêt de l'UNA + bouture sans feuilles ; T4 : sol en provenance de la jachère de l'UNA + bouture avec feuilles, T5 : sol composté + boutures sans feuilles ; T6 : sol composté + boutures avec feuilles

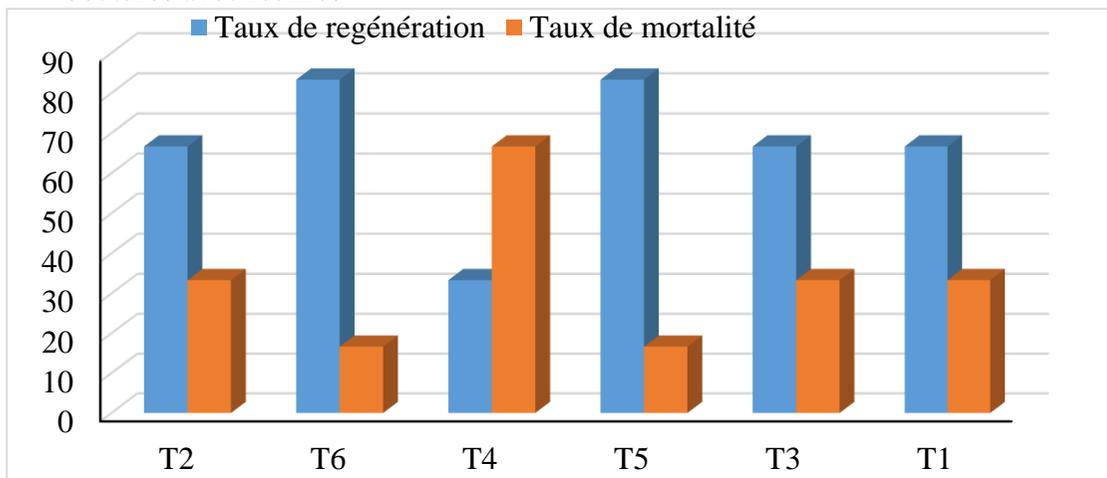


Figure 8. Influence des traitements sur les taux de reprise végétative et de mortalité des boutures

T1 : sol en provenance de la jachère de l'UNA + bouture sans feuilles ; T2 : sol en provenance de la jachère de l'UNA + bouture avec deux feuilles ; T3 : sol en provenance de la forêt de l'UNA + bouture sans feuilles ; T4 : sol en provenance de la jachère de l'UNA + bouture avec feuilles, T5 : sol composté + boutures sans feuilles ; T6 : sol composté + boutures avec feuilles

2.3.3. Effets des traitements sur l'apparition des feuilles

Le nombre moyen des feuilles des plants varie entre 7,17 et 24,5. Les traitements T5 et T1 ont les plus grands nombres moyens des feuilles. En effet, pour un nombre de feuilles total de 147 pour le traitement T5 on a une moyenne de 24,5 et pour un nombre de feuilles total de 146 pour le traitement T1 on a une moyenne de 24,33. Il s'en suit des traitements T2 et T3. Pour un nombre total de 124 pour le traitement T2, on a une moyenne de 20,66 et pour un nombre total de feuilles de 114 pour le traitement T3, on a une moyenne de 19. Le traitement T6 quant à lui, a un nombre total de feuilles de 74. Ce qui correspond à une moyenne de 12,33. Enfin, le traitement T4 a enregistré un nombre total de feuilles de 43. Ce qui correspond à une moyenne de 7,16 (figure 8).

Toutefois, l'analyse des variances effectuée indique qu'il n'existe aucune différence significative entre le nombre moyen des feuilles au niveau différents traitements ($P = 0,9875$). Cela signifie que l'interaction substrat/mode d'habillage n'a pas eu d'influence sur la croissance en hauteur des plants.

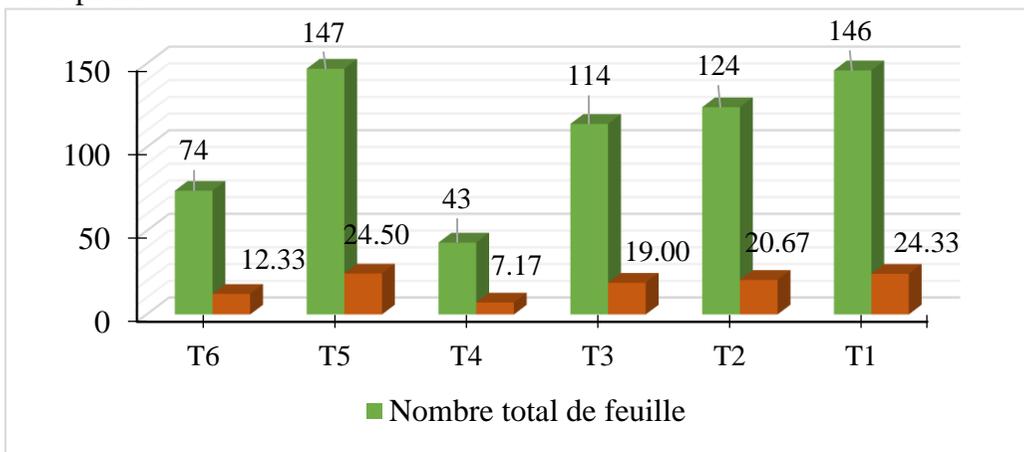


Figure 8. Influence des traitements sur l'apparition des feuilles

T1 : sol en provenance de la jachère de l'UNA + bouture sans feuilles ; T2 : sol en provenance de la jachère de l'UNA + bouture avec deux feuilles ; T3 : sol en provenance de la forêt de l'UNA + bouture sans feuilles ; T4 : sol en provenance de la jachère de l'UNA + bouture avec feuilles, T5 : sol composté + boutures sans feuilles ; T6 : sol composté + boutures avec feuilles

2.3.4. Effets des traitements sur la croissance en hauteur des boutures.

L'apparition des feuilles au niveau des boutures pour chaque traitement dans l'ensemble, s'est fait de façon progressive dans le temps jusqu'à atteindre une valeur moyenne totale à la fin de l'expérience. Ainsi, la hauteur moyenne des boutures varie entre 52,26 cm et 127 cm (figure 9). Ces

différentes valeurs (hauteur moyenne des plants) ont été déterminés chaque semaine pendant l'expérimentation (24 semaines au total).

Les analyses montrent que les plants du traitement T6 ont une hauteur moyenne plus élevée (127 cm) comparée aux autres plants des autres traitements. Les plants du traitement T2 viennent en deuxième position avec 100 cm. ils s'en suit des plants du traitement T3 (95,5 cm), des plants du traitement T1 (79,73 cm), des plants des traitements T5 et T4 qui ont respectivement 61 cm et 62,65 cm.

L'analyse des variance effectuée, indique qu'il n'existe aucune différence significative entre la hauteur moyenne des plants au niveau différents traitements ($P = 0,9875$). Cela signifie que l'interaction substrat/mode d'habillage n'a pas eu d'influence sur la croissance en hauteur des plants ($P = 0.1412$).

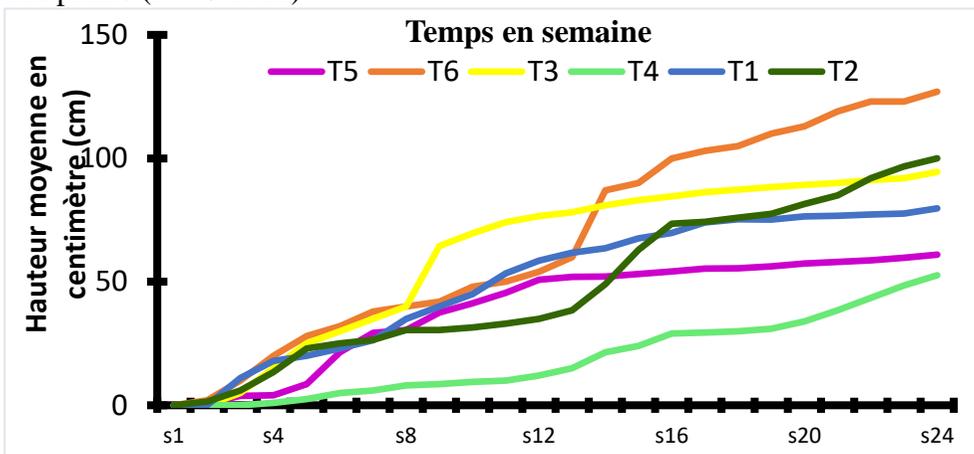


Figure 9. Évolution de la hauteur moyenne des plants en fonction du temps

T1 : sol en provenance de la jachère de l'UNA + bouture sans feuilles ; T2 : sol en provenance de la jachère de l'UNA + bouture avec deux feuilles ; T3 : sol en provenance de la forêt de l'UNA + bouture sans feuilles ; T4 : sol en provenance de la jachère de l'UNA + bouture avec feuilles, T5 : sol composté + boutures sans feuilles ; T6 : sol composté + boutures avec feuilles

2.3.5. Corrélation entre les traitements et les paramètres de croissance mesurés

Le test de corrélation réalisé sur les deux paramètres de croissance, révèle l'existence d'une forte corrélation positive entre le nombre moyen des feuilles et la hauteur moyenne des plants ($p\text{-value} = 0.000000001198$). Cette forte corrélation positive, signifie que le nombre des feuilles de chaque plants au niveau des traitements, augmente avec la hauteur du plants.

III- DISCUSSION

Sur l'ensemble du territoire ivoirien, seulement 72 échantillons de *Macaranga beillei*, ont été récoltés. Ainsi, sur les 72 échantillonnée, 38 soit un taux de 52,77% ont été récoltés dans le Parc National de Banco. Ce résultat peut s'expliquer par le fait que *Macaranga beillei* est une espèce vulnérable et endémique à la Côte d'Ivoire, donc une distribution restreinte sur l'étendue du territoire ivoirien. Ce constat est similaire à celui fait par Lachenaud (2004). En effet, il ressort des travaux de celui-ci que, l'aire de répartition spatiale de *Macaranga beillei* a été essentiellement réduite faute aux activités anthropiques et actuellement le Parc National de Banco constitue le dernier refuge de l'espèce. De même, pour cette espèce, les récoltes sont restreintes au domaine guinéen plus précisément dans le cordon littoral. On peut conclure qu'il s'agit d'une espèce de forêt de basse altitude. Toutefois, le statut d'espèce vulnérable de *Macaranga beillei* est essentiellement dû à son utilisation et à son aire de distribution qui est fortement menacée par les activités anthropiques.

Aussi, les analyses physico-minéralogiques des différents substrats utilisés pour l'essai de multiplication végétative de *Macaranga beillei* Prain, révèle que le sol composté est majoritairement le plus riche en termes de concentration moyenne des composés physico-chimiques par rapport aux sols en provenance de la forêt de l'UNA et de la jachère de l'UNA. Ce constat peut être justifié par le fait que les composts sont des produits riches en matières organiques et en composés minéraux (N, P, K et oligo-éléments) susceptible d'améliorer la fertilité du sol. Ce constat a été fait également par Bicaba (2017), lors de ces travaux relatifs à l'évaluation des paramètres physico-chimiques des composts à base des résidus de mangue dans le village de samagan, Bobo Dioulasso (Burkina Faso). Il ressort de ces travaux que, les composts sont des sources d'éléments minéraux comme le phosphore, le potassium, le magnésium, et le calcium.

De plus, le rapport C/N pour le sol composté montre une valeur de 18,5675 qui atteste la qualité de ce compost. Cette information a été confirmée par Charnay (2005) qui stipule que, lorsque le rapport C/N du compost est élevé (20-15), la matière organique évoluera lentement dans le sol et la libération des minéraux sera faible. Par contre le compost donnera des substrats durables qui contribueront au renforcement de la structure du sol. Un C/N important caractérise donc un compost stable à haut pouvoir amendant.

Pour ce qui est du pH, la valeur obtenu (5,9) est inférieure à celle de la neutralité (7). Cette valeur met en évidence une phase d'acidification. Cette phase d'acidification est principalement due à la production anaérobie d'acides organiques et à l'immobilisation de l'ammonium dans la biomasse microbienne durant la phase mésophile. Pour Duparque et Rigalle (2006),

plus le rapport C/N est élevé (>12), plus l'activité biologique est réduite et la minéralisation rencontre des difficultés. Cela traduit des conditions d'anaérobie, d'acidité excessive. De même, durant la phase thermophile, les acides organiques sont dégradés entraînant une alcalinisation du compost, phénomène accentué par la minéralisation de l'azote. Selon Albrecht (2007), bien vrai que le pH est une des caractéristiques déterminant la qualité du substrat, il ne peut pas être utilisé pour montrer la maturité du composte parce qu'il n'est pas une mesure précise.

Aussi, la capacité d'échange cationique (CEC) du sol composté est la plus élevée comparée aux autres substrats. Il s'agit de la quantité maximale de cations (ions positifs) que la matrice peut adsorber. Pour Cédric (2003), la CEC évolue dans le même sens que le pH du fait de la libération de charges négatives avec l'augmentation du pH.

Les autres substrats (le sol en provenance de la forêt de l'UNA et celui en provenance de la jachère de l'UNA), ont des teneurs en Matière Organique (MO), en Carbone Organique Total (COT) relativement identique. Ce constat peut être justifié par le fait que la modification du sol en mise en jachère n'est pas assez considérable et une mise en état légèrement avancée. Toutefois, en termes de composés minéraux (N, P et K), le sol en provenance de la forêt de l'UNA est plus riche en composés minéraux comparé à celui en provenance de la jachère de l'UNA. Ce constat pourrait être pour le fait de la présence importante de matière organique dans cette forêt avec une bonne présence des micro-organismes contribuant à la minéralisation de cette matière organique. En effet, les micro-organismes contribuent à transformer plus ou moins rapidement la matière organique sous forme de débris végétaux grossiers en matière organique stable et assimilable. Le rapport C/N pour le sol en provenance de la forêt de l'UNA est supérieur à celui du sol en provenance de la jachère de l'UNA (9,9316434 contre 8,5557521). Le rapport C/N indique le taux de décomposition de la matière organique. Il augmente avec le taux de décomposition de la matière organique. Selon Duparque et Rigalle (2006), pour une valeur de C/N comprise entre 9 et 10, on a une bonne décomposition de la matière organique.

Le rapport C/N n'est pas suffisant pour apprécier la diversité des micro-organismes et le fonctionnement biologique du sol. Il existe d'autres mesures complémentaires de fertilité biologique du sol: le fractionnement des micro-organismes du sol, la biomasse microbienne et la minéralisation du carbone et celle de l'azote.

La différence de concentration en minéraux dans ces deux substrats, est due à la différence de matière organique observée entre ces deux substrats. Ce constat a été fait également par Badiori et Georges (2001). En effet, pour ces deux auteurs, les propriétés chimiques et biologiques dépendent

largement du taux de matière organique. La concentration moyenne en minéraux de sol en provenance de la jachère a une lente décomposition de la matière organique. Cela est due à une abondance relativement faible des micro-organismes du sol provoquant une activité lente de ces derniers. Ce constat est conforme à celui qu'a fait Harmand (1998). Pour cet auteur, dans de jeunes jachères, de faibles variations du stock organique du sol pourraient avoir une influence sur les processus rapides du sol comme les cycles de minéralisation et d'immobilisation de l'azote, les transferts de nutriments vers des formes assimilables ou l'organisation des constituants du sol. De même, Gnahoua *et al.* (2008), constatent que l'exploitation préalable des sols en cultures successives (2 ans) occasionne une diminution des teneurs en éléments nutritifs des sols qu'une seule année de jachère ne peut suffire à faire remonter à un niveau acceptable.

Il ressort aussi de cette expérimentation sur la multiplication végétative de *Macaranga beillei* Prain que pour les traitements appliqués, la reprise végétative ne s'est pas réalisée simultanément. Elle a commencé la première semaine pour certaines boutures et la deuxième semaine pour d'autres boutures. En effet, les traitements T1, T3 et T5 ont commencé le bourgeonnement la première semaine, après la mise en terre des boutures. Ces traitements sont constitués de différents types de substrats mais avec un même mode d'habillage des boutures (boutures sans feuilles). Ce constat met en évidence l'influence du mode d'habillage des boutures sur la reprise végétative des feuilles des boutures. Toutefois, la reprise végétative pour toutes les boutures des différents traitements s'est établie sur une période de 3 semaines. Ce délai pour lequel toutes les boutures ont bourgeonné, permet de dire que *Macaranga beillei* Prain est une espèce qu'on peut bouturer.

Aussi, les résultats montrent que les traitements appliqués au cours de cette expérience, ont influencé la survie des boutures. En effet, les tests comparatifs ont montré que le plus faible taux de reprise végétative et par ailleurs, le taux de mortalité le plus élevé a été observé au niveau du traitement T4 (T4: sol en provenance de la jachère de l'UNA + bouture avec feuilles). En effet, le sol en provenance de la jachère de l'UNA est le plus pauvre des substrats utilisés en termes de matière organique et éléments nutritifs. Or les feuilles sur les boutures continuent la photosynthèse qui demande une quantité d'éléments minéraux importants. Avec une disponibilité en éléments nutritifs insuffisants, on observe un flétrissement des feuilles qui aboutira à la mort de la plante. Cette même idée a été évoquée par Bünemann *et al.* (2018). En effet, pour ces auteurs, l'une des multifonctionnalités du sol est sa capacité à assurer une bonne croissance aux plantes cultivées, ce qui renseigne sur son aptitude à fournir les éléments nutritifs à la plante et détermine par conséquent son niveau de fertilité.

Par contre, le plus faible taux de mortalité est observé au niveau du traitement T5 et T6 (T5 : sol composté + boutures sans feuilles T6 : sol composté + boutures avec feuilles). Ce constat peut être justifié par le fait que les composts sont des produits riches en matières organiques et en composés minéraux (N, P, K et oligo-éléments) susceptible d'améliorer la fertilité du sol. Par conséquent, il favorise une bonne reprise végétative au niveau des bouture quelques soit le mode d'habillage des celles-ci. Il convient donc de noter que le compost réalisé à partir des fientes de caille et de coupeaux de bois est le meilleur substrat pour la multiplication végétative de *Macaranga beillei* Prain. Ce constat est semblable à ce qu'a fait Benjamin (2019). En effet, comparant l'effet de trois types de composts et fertilisants chimiques sur la croissance et le rendement de la courgette (*Cucurbita pepo* L.), il découvre que la longueur moyenne des tiges des plantes et le nombre moyen de feuilles par plante à Robin pour l'amendement au compost à partir de fientes de poule ont été supérieurs aux autres traitements. Cette différence serait due aux propriétés chimiques du compost à partir de fientes de poule, principalement son contenu en azote total, qui a été bien supérieurs au compost fumure de cheval. De plus, la matière organique apportée par les composts augmente la capacité de rétention en eau du sol.

Pour ce qui concerne le nombre moyen des feuilles, on observe les plus fortes moyennes au niveau des traitements T1 et T5 (T1: sol en provenance de la jachère de l'UNA + bouture sans feuille, T5: sol composté + boutures sans feuilles). Ce constat révèle que, le nombre moyen n'est pas lié au type de substrat mais au mode d'habillage. Cette observation pourrait s'expliquée par le fait que les bourgeons des boutures sans feuilles utilisent pleinement les éléments nutritifs pour leur croissance. En effet, il n'y a pas de feuilles adultes sur la bouture qui pourraient utiliser les éléments nutritifs disponible pour la photosynthèse. Donc pas de compétition entre la plantule (bourgeon) et les feuilles pour la « nourriture ». En absence de toutes compétitions, la plante juvénile utilise les éléments nutritifs disponibles pour sa croissance en hauteur. Or le test de corrélation réalisé entre le nombre moyen des feuilles et la hauteur moyenne lors de cette expérimentation atteste clairement que le nombre moyen des feuilles est fortement lié à la hauteur moyenne des plants. Ceci explique encore de façon plus claire le fait que les plus grandes valeurs du nombre moyen des feuilles sont observées au niveau des traitements T1 et T5.

Conclusion

Au terme de cette étude, plusieurs constats ont été observés. En effet, l'analyse floristique a permis de trouver que sur l'ensemble du territoire ivoirien, seulement 72 échantillons de *Macaranga beillei* ont été récoltés. Il en ressort également de cette analyse que le Parc National du Banco est la

localité la plus échantillonnée avec 38 sur 72 échantillons soit un taux de 52,77%. Aussi, il a été révélé que les récoltes de *Macaranga beillei* se sont effectuées uniquement dans les régions côtières.

Toutefois, l'analyse de la disponibilité de *Macaranga beillei* a révélé la disparition éminente de l'espèce. Alors que le Parc National de Banco a été plébiscité zone de refuge de *Macaranga beillei*. Cependant, sur les 38 échantillons récoltés par Aké Assi et ses collaborateurs de 1905 à 2002, dans ce parc, seulement 4 échantillons ont été retrouvés.

Quant à la multiplication végétative de *Macaranga beillei*, elle a été faite avec succès. Cela a été marqué par un taux moyen de reprise végétative largement supérieur à celui de la mortalité. Il convient donc de noter que, *Macaranga beillei* est une espèce dont la multiplication végétative est possible. Ainsi, déclarée comme une espèce vulnérable, l'on peut contribuer par la technique de la multiplication végétative à lever la vulnérabilité de cette espèce. Il en est de même si possible pour toutes les espèces végétales se trouvant dans un tel état de vulnérabilité.

Remerciement

Les auteurs remercient le Centre Suisse de Recherche Scientifique (CSRS) qui a mis à notre disposition la base de données SIG IVOIRE. Ils remercient vivement Monsieur Cyrille Chatellain et ses collaborateurs qui sont les auteurs de cette base de données.

Conflict d'intérêt

Les auteurs de ce manuscrit déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêt entre eux.

References:

1. Aké-Assi, E. (2015). Plantes à potentialité décorative de la flore du Sud de la Côte d'Ivoire étude des taxinomique, ethnobotanique et essai de domestication de *Thunbergia atacorensis* Akoegninou et Lisowski (Acanthaceae), une nouvelle espèce introduite. Thèse de Doctorat, Université Félix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire 216p.
2. Aké Assi, L. (2001). Flore de la Côte d'Ivoire : catalogue systématique, biogéographique et écologique. Vol. (1) Boissiera 57.
3. Albrecht, R. (2007). Co-compostage de boues de station d'épuration et de déchets verts : Nouvelle Méthodologie du suivi des transformations de la matière organique. Thèse Pour obtenir le grade de docteur de l'Université PAUL CEZANNE AIX MARSEILLE III. 189p
4. Benjamin, J. (2019). Effet de trois types de composts et fertilisants chimiques sur la croissance et le rendement de la courgette

- (Cucurbita Pepo L.) dans des sols basaltiques et calcaires à la commune de 65p.
5. Bicaba, L. F. D. (2017). Evaluation des paramètres physico-chimiques des composts à base des résidus de mangue dans le village de samagan, Bobo-Dioulasso (Burkina Faso) 74p.
 6. Bouquet, A. & Debray, M. (1974). Les plantes medicinales de la Côte d'Ivoire 231p
 7. Bünemann, E. K., Bongiorno, G., Bai, Z., Creamer, R. E., De Deyn, G., de Goede, R., Fleskens, L., Geissen, V., Kuyper, T. W., Mäder, P., Pulleman, M., Sukkel, W., van Groenigen, J. W., & Brussaard, L. (2018). Soil quality – A critical review. *Soil Biology and Biochemistry* 120 (2018) 105–125.
 8. Badiori, O. & Georges (2001). Fertilité et jachères en Afrique de l'Ouest 65p.
 9. Cédric, F. (2003). Stabilisation de la matière organique au cours du compostage de déchets urbains: Influence de la nature des déchets et du procédé de compostage - Recherche d'indicateurs pertinents 290p.
 10. Charnay, F. (2005). Compostage des déchets urbains dans les pays en Développement: élaboration d'une démarche méthodologique pour une production pérenne de compost. Thèse pour obtenir le grade de Docteur de l'Université de Limoges. 277P
 11. Duparque & Rigalle (2006). Les matières organiques du sol 12p.
 12. Ebah, A. E. (2019). Etude floristique et phytogéographique des Acanthaceae de Côte d'Ivoire : usage des espèces de la réserve naturelle partielle de Dahliafleur (Sud de la côte d'ivoire) par la population riveraines et domestication de *Justicia flava* (Vahl) pour l'horticulture 183p.
 13. Frédéric, B. (2010). Analyse de la variance à un facteur 1 IRMA, Université de Strasbourg Strasbourg, France 85p.
 14. Gautier, L., Aké Assi, L., Chatelain, C. & Spichiger, R. (1999). Ivoire: a geographic information system for biodiversity management in Ivory Coast. In: Timberlake, J. et Kativus, S. (eds.) *African Plants: Biodiversity Taxonomy and uses*. Royal Bot. Gardens, Kew. pp. 183-194.
 15. Gnahoua, M., Kouassi, F. Y., Angui, P. K. T., Balle, P., Olivier, R., & Peltier R. (2008). Effets des jachères a acacia mangium auriculiformis et
 16. chromolaena odorata sur la fertilité du sol et les rendements de l'igname (dioscorea spp.) en zone forestière de côte d'ivoire G 11p.
 17. Harmand, J.-M. (1998). Effets de jachères agroforestières sur les propriétés d'un sol ferrugineux et sur la production céréalière 9p.

18. Lachenaud, O. (2004). Les oiseaux du Parc National du Banco et de la Forêt Classée de l'Anguédédou, Côte d'Ivoire 27 p.
19. Missa, K., Fofana, S., Dramane, S., Serge, C. P., & Adama B. (2018). Etat actuel de la relique forestière de l'université Nangui Abrogoua, Côte d'Ivoire: impacte des pressions anthropiques sur sa flore et sa structure de la vegetation 10p.
20. Philippe, L. (1999). Experimentation agronomique planifiée 50p.
21. Philippe, F., Pascal, L., & Guillaume T. (2009). Projet de réintroduction d'une espèce végétale protégée, la tulipe sauvage (*Tulipa sylvestris* L. subsp. *Sylvestris*), dans le vignoble nantais 29p.
22. Piba, S. C., (2016). Diversité floristique et potentiel en espèces sources de produits forestiers non ligneux de la forêt classée de Yapo-abbé: contribution pour un aménagement durable 180p.
23. Pierre, D. (2013). Collecte et analyses statistiques de données issues d'expérimentations sur le recyclage agricole de produits résiduaux organiques dans différents contextes agropédologiques 50p.
24. Ricco, R. (2011). Tests de normalité Techniques empiriques et tests statistiques 59p.
25. Rosenn, L. P., & Denis, R. (2004). ABC de la bouture. RUSTICA Edition, 223p.
26. UICN, (2019). Red List of Threatened Species. Available at: <http://www.iucnredlist.org>.

Annexe

N°	Espèces	Lieux de récolte	Coordonnées Y	Coordonnées X	Date de récolte
1	Macaranga beillei Prain	Abou-abou	5.333333	-4.133333	1969
2	Macaranga beillei Prain	Abou-abou	5.333333	-4.133333	1969
3	Macaranga beillei Prain	Accradio	5.383333	-4.05	
4	Macaranga beillei Prain	Aghien, village	5.383333	-4.05	1976
5	Macaranga beillei Prain	Aghien, village	5.116667	-5.85	1968
6	Macaranga beillei Prain	Banco	5.383333	-4.05	1975
7	Macaranga beillei Prain	Banco	5.333333	-4.133333	1969
8	Macaranga beillei Prain	Banco	5.333333	-4.133333	1969
9	Macaranga beillei Prain	Banco	5.4	-4.166667	1958
10	Macaranga beillei Prain	Banco	5.416667	-4.05	1972
11	Macaranga beillei Prain	Banco	5.383333	-4.05	1976
12	Macaranga beillei Prain	Banco	5.416667	-4.05	1973
13	Macaranga beillei Prain	Banco	5.383333	-4.05	1976
14	Macaranga beillei Prain	Banco	5.291667	-3.895	1968
15	Macaranga beillei Prain	Banco	5.416667	-4.05	1972
16	Macaranga beillei Prain	Banco	5.383333	-4.05	1955
17	Macaranga beillei Prain	Banco	5.4	-4.05	1973
18	Macaranga beillei Prain	Banco	5.383333	-4.05	1970
19	Macaranga beillei Prain	Banco	5.416667	-4.05	1973
20	Macaranga beillei Prain	Banco	5.316667	-4.55	1967
21	Macaranga beillei Prain	Banco	5.116667	-5.85	1968
22	Macaranga beillei Prain	Banco	5.333333	-4.133333	1969
23	Macaranga beillei Prain	Banco	5.383333	-4.05	1970
24	Macaranga beillei Prain	Banco	5.4	-4.15	1969
25	Macaranga beillei Prain	Banco	5.4	-4.05	1975
26	Macaranga beillei Prain	Banco	5.283333	-3.9	1959
27	Macaranga beillei Prain	Banco	5.4	-4.15	1969
28	Macaranga beillei Prain	Banco	5.333333	-4.133333	1969
29	Macaranga beillei Prain	Banco	5.383333	-4.05	1976
30	Macaranga beillei Prain	Banco	5.416667	-4.05	1972
31	Macaranga beillei Prain	Banco	5.383333	-4.05	1957
32	Macaranga beillei Prain	Banco	5.383333	-4.05	1976
33	Macaranga beillei Prain	Banco	5.383334	-4.06	
34	Macaranga beillei Prain	Banco	5.25	-3.833333	1963
35	Macaranga beillei Prain	Banco, arboretum	5.333333	-4.133333	1969

36	Macaranga beillei Prain	Banco, centre - nord, rivière	5.416667	-4.05	1972
----	-------------------------	-------------------------------	----------	-------	------

Annexe suite

N°	Espèce	Lieux de récolte	Coordonnées Y	Coordonnées X	Année de récolte
37	Macaranga beillei Prain	Banco, forêt	5.291667	-3.895	1968
38	Macaranga beillei Prain	Banco, nord-est	5.283333	-3.9	1959
39	Macaranga beillei Prain	Banco, nord-ouest	5.383333	-4.05	1976
40	Macaranga beillei Prain	Banco, arboretum	5.25	-4.183333	1955
41	Macaranga beillei Prain	Banco, nord-ouest	5.316667	-4.55	1967
42	Macaranga beillei Prain	Bingerville	5.383333	-4.05	1955
43	Macaranga beillei Prain	Bingerville	5.4	-4.166667	1958
44	Macaranga beillei Prain	Dabou	5.383333	-4.05	1976
45	Macaranga beillei Prain	Dabou.	5.383333	-3.85	1975
46	Macaranga beillei Prain	Dabou.	5.333333	-4.133333	1969
47	Macaranga beillei Prain	Dodo	5.333333	-4.133333	1969
48	Macaranga beillei Prain	Forêt d'Abou-abou	5.333333	-4.133333	1969
49	Macaranga beillei Prain	Forêt d'Abou-abou	5.333333	-4.133333	1969
50	Macaranga beillei Prain	Forêt d'anguededou	5.333333	-4.133333	1969
51	Macaranga beillei Prain	Forêt d'anguededou	5.333333	-4.133333	1969
52	Macaranga beillei Prain	Forêt d'anguededou	5.383333	-3.85	1975
53	Macaranga beillei Prain	Forêt d'anguededou	5.383333	-4.05	1953
54	Macaranga beillei Prain	Forêt d'anguededou	5.383334	-4.06	1959
55	Macaranga beillei Prain	Forêt d'Audouin.	5.4	-4.166667	1975
56	Macaranga beillei Prain	Forêt de Cosrou	5.383334	-4.06	1987
57	Macaranga beillei Prain	IRHO., 10 Km de Port-Bouet	5.383335	-4.07	1973
58	Macaranga beillei Prain	ORSTOM	5.383336	-4.08	1970
59	Macaranga beillei Prain	ORSTOM.	5.383337	-4.09	1972
60	Macaranga beillei Prain	ORSTOM.	5.383338	-4.10	1972

61	Macaranga beillei Prain	ORSTOM.	5.383339	-4.11	1990
62	Macaranga beillei Prain	ORSTOM.	5.31667	-4.66667	1946
63	Macaranga beillei Prain	ORSTOM.	5.66667	-4.26667	1907
64	Macaranga beillei Prain	ORSTOM.	5.40248	-4.05261	1947
65	Macaranga beillei Prain	ORSTOM.	5.35	-3.88333	1906
66	Macaranga beillei Prain	ORSTOM.	5.40248	-4.05261	1987
67	Macaranga beillei Prain	ORSTOM.	5.40248	-4.05261	
68	Macaranga beillei Prain	ORSTOM.	5.40248	-4.05261	
69	Macaranga beillei Prain	ORSTOM.	5.31667	-4.38333	1907
70	Macaranga beillei Prain	ORSTOM.	5.38946	-4.0586	1975
71	Macaranga beillei Prain	Sassandra.	5.35	-3.88333	1905
72	Macaranga beillei Prain	Sassandra.	4.9	-7.316	2002