



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

Technique de Multiplication Végétative par Bouturage de *Macaranga beillei* Prain (Euphorbiaceae) à Abidjan, Côte d'Ivoire

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/esj.2023.v19n6p392](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n6p392)

Submitted: 30 November 2022

Accepted: 15 February 2023

Published: 28 February 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Koffi K.J., Yao N.F., Kouadio Y.L., Haba J.F., Tuo F., Kone M., Adama B. & Boagert J. (2022). *Technique de Multiplication Végétative par Bouturage de Macaranga beillei Prain (Euphorbiaceae) à Abidjan, Côte d'Ivoire*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (6), 392. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n6p392>

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 en Côte d'Ivoire. 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* ont été cultivées dans trois types de substrats, à savoir le sol issu de l'ilot forestier de l'Université Nangui Abrogoua (TfUNA), le sol de la jachère de l'Université Nangui Abrogoua (TjUNA) et le sol composté réalisé à partir des fientes de caille et de coupeaux de bois (Tc). Un échantillonnage de 72 individus de l'espèce *Macaranga beillei* ont été récoltés. Il ressort que 38 sur 72 individus de *Macaranga beillei* ont été récoltés dans le Parc National du Banco, soit un taux de 52,77%. Quant à l'analyse de la disponibilité actuelle, elle a révélé 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 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 pourraient être 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: *Macaranga beillei* Prain, Multiplication végétative, Bouturage, Conservation, Côte d'Ivoire

Technique of Vegetative Propagation by Cuttings of *Macaranga beillei* Prain (Euphorbiaceae) in Abidjan, Côte d'Ivoire

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 paper focuses on contributing to the conservation of this species in Côte d'Ivoire. It includes carrying out a floristic analysis, checking the current availability of this species, and implementing a vegetative propagation test of *Macaranga beillei* in order to allow its popularization among users. To do this, cuttings of *Macaranga beillei* were grown in three types of substrates, namely the soil from the forest island of Nangui Abrogoua University (TfUNA), the soil from the fallow land of

Nangui Abrogoua University (TjUNA), and composted soil made from quail droppings and wood shavings (Tc). A sampling of 72 individuals of the *Macaranga beillei* species were collected. It appears that 38 out of 72 individuals of *Macaranga beillei* were harvested in the Banco National Park, a rate of 52.77%. The Banco National Park was the preferred refuge area of *Macaranga beillei*. Although 38 samples were collected 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) is 2.46 which confirms its vulnerability. The plants could be 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: *Macaranga beillei* Prain, Vegetative propagation, Cuttings, Conservation, Côte d'Ivoire

Introduction

L'appétit de l'homme, pour les biens et les services, affecte les écosystèmes. 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, se doit d'élaborer une stratégie pour la préserver. Pour la mise en œuvre de cette stratégie, plusieurs approches ont été menées. Dès lors, pour le cinquième rapport national sur la diversité biologique en 2014, en Côte d'Ivoire, des enquêtes sur l'état des espèces végétales 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, 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 végétale 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 & 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).

Au delà 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

I.1. Site d'étude

L'essai s'est effectué dans la lisière de la forêt de l'Université Nangui Abrogoua (UNA). L'Université Nangui Abrogoua est située dans la ville d'Abidjan (Capitale de la Côte d'Ivoire), plus précisément entre la commune d'Adjamé et celle d'Abobo (Figure 1). La première raison justifiant ce choix est qu'un pied de *Macaranga beillei* a été retrouvé dans cette forêt. La deuxième raison est que la forêt de l'UNA est un îlot forestier issu de la fragmentation de la forêt du banco (Missa et al., 2018). De ces deux informations, nous pouvons dire que la forêt de l'UNA remplit les conditions favorables pour le développement de *Macaranga beillei*.

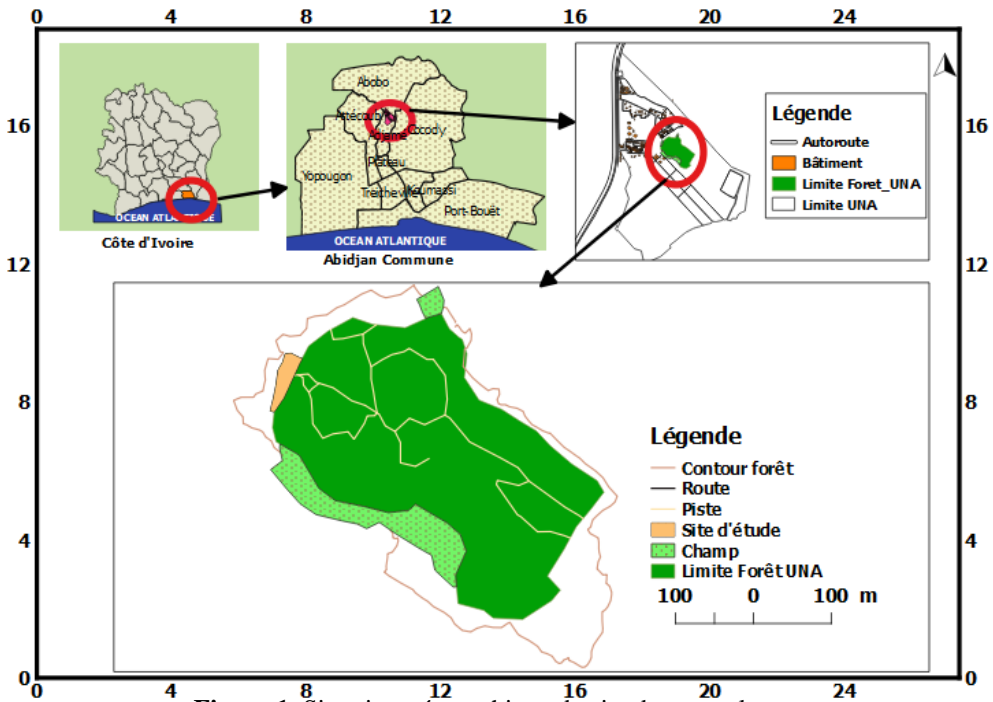


Figure 1. Situation géographique du site de repeuplement (forêt de l'UNA ; Missa et al., 2018, modifiée)

I.2. Matériel biologique

Le matériel biologique utilisé est essentiellement composé des échantillons des espèces de la famille des Euphorbiaceae issues de la base de données issues de SIG IVOIRE (Gautier et al., 1999), de la flore de Côte d'Ivoire (Aké Assi, 2001) et des données de GBIF (Global Biodiversity Information Facility, www.gbif.org) et du Musé de Paris, <http://www.mnhn.fr/fr/collection>). Pour la multiplication végétative, des boutures de *Macaranga beillei* Prain ont été utilisées.

I.3. Méthodologie

I.3.1. Méthode d'inventaire en randonnée

Le but de l'inventaire en randonnée est de vérifier la disponibilité actuelle de *Macaranga beillei*, afin d'avoir du matériel végétal de l'espèce 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 ainsi que le Parc National de

Banco a été choisi pour mener cette activité. 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. Les échantillons prélevés ont été identifiés au Centre National du Floristique (CNF).

I.3.2. Préparation des substrats et habillage des boutures

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. 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.

Une analyse au laboratoire a été faite pour évaluer la composition physico-chimique des substrats utilisés. 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 utilisés 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 bocaux stériles ont été utilisés pour la conservation des échantillons. Tout ce matériel provient de Laboratoire National d'Appui au Développement Agricole (LANADA).

Pour la conduite de l'essai de culture, trois types de sols ont été utilisés. Il s'agit du sol issu de l'ilot forestier de l'Université Nagui Abrogoua (TfUNA), du sol de la jachère de l'Université Nangui Abrogoua (TjUNA) et du sol composté (Tc) réalisé à partir des fientes de caille et de coupeaux de bois.

Pour l'essai de la multiplication végétative par bouturage de *Macaranga beillei*, une quantité de 500 mg de chaque substrat ont été prélevés pour subir les tests d'analyse physico-minéralogique. En effet, chaque substrat a été répété 2 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) et de boutures avec deux feuilles (F2).

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

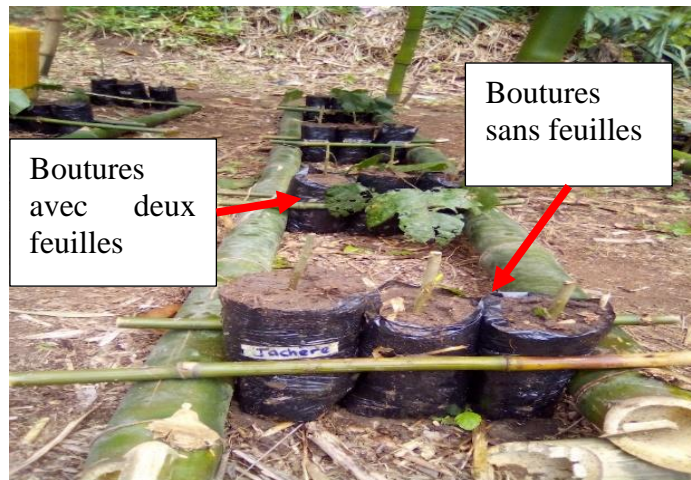


Figure 2. Mode d'habillage des boutures

I.3.3. Dispositif expérimental et mise en terre des boutures

Le dispositif utilisé est le factoriel bloc avec 3 répétitions et sans randomisation (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 1). 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 rencontré 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 ; Rosenn & Denis, 2004).

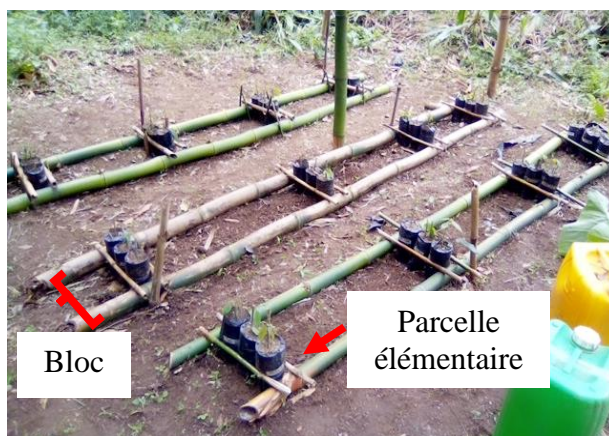


Figure 3. Dispositif expérimental pour le repeuplement de *Macaranga beillei* Prain (Euphorbiaceae)

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 1). Ces six traitements sont repartis comme suit :

- ✓ Traitement 1 (T1) : sol issu de la jachère de l'UNA + bouture dépourvue de feuilles (TjUNAF0);
- ✓ Traitement 2 (T2) : sol issu de la jachère de l'UNA + bouture avec deux feuilles (TjUNAF2);
- ✓ Traitement 3 (T3) : sol issu de la forêt de l'UNA + bouture dépourvue de feuilles (TfUNAF0) ;
- ✓ Traitement 4 (T4) : sol issu de la forêt de l'UNA + bouture avec deux feuilles (TfUNAF2) ;
- ✓ Traitement 5 (T5) : sol composté + bouture dépourvue de feuilles (TcF0) ;
- ✓ Traitement 6 (T6) : 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 cette étude, le gradient est induit par la lisière de la forêt de l'UNA apportant de l'ombrage. 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 tous les deux jours durant le premier.

1 facteur substrat: 3 substrats (TjUNA, TfUNA, Tc) 1 facteur bouture: 2 boutures (F0, F1)							
Blo c 1	(TjUNA F0) 1	(TfUNA F2) 4	(TcF2) 6	(TjUNA F2) 2	(TcF0) 5	(TfUNA F0) 3	6 traitements (3*2) 3 répétitions Sens du gradient d'hétérogénéité
Blo c 2	(TjUNA F2) 2	(TcF0) 5	(TfUNA F2) 4	(TfUNA F0) 3	(TjUNA F0) 1	(TcF2) 6	
Blo c 3	(TfUNA F0) 3	(TcF2) 6	(TjUNA F0) 1	(TfUNA F2) 4	(TcF0) 5	TjUNAF 2) 2	

Tableau 1. Récapitulatif de la composition des traitements et leur répartition dans les différents blocs

I.3.4. Paramètres d'analyse de l'essai de multiplication végétative

L'analyse de l'essai de la multiplication végétative a consisté à évaluer la reprise des poussées végétatives des boutures. Tous les 7 jours, le nombre de boutures ayant bourgeonné, 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. 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.

- **Taux de reprise végétative**

Le taux de reprise végétative (Tr), est calculé suivant l'équation :

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

Avec Nr , le nombre de bouture ayant bourgeonné et Nt , le nombre total de bouture piquées initialement. 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.

- **Taux de mortalité des boutures**

Le taux de mortalité des boutures (Tm) est calculé selon la formule suivante :

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

Avec Pnv , le nombre des boutures n'ayant pas survécu et Nt , le nombre total de bouture piquées. 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.

- **Hauteur moyenne des plants**

La hauteur moyenne des plants (H_m) est obtenue par la formule suivante :

$$H_m = H_t/N_s$$

Avec H_t , la hauteur totale des plants et N_s , le nombre de plants choisis par parcelle élémentaire. La hauteur moyenne s'exprime en mètre (m). Elle a été mesurée chaque semaine jusqu'à la fin de l'expérience.

- **Nombre moyen de feuilles des plants**

Le nombre moyen des feuilles (F_m) apparu par plant s'obtient selon la formule suivante :

$$F_m = F_t/N_s$$

Avec F_t , le nombre total de feuilles et N_s , le nombre de plants choisis par parcelle élémentaire.

I.3.5. Analyse statistique

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.

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. 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. 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.

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- RESULTATS

II.1. Echantillons retrouvés

A partir des différentes bases de données, 72 échantillons de *Macaranga beillei* ont été retrouvés. 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% (Tableau 2). Aussi, les récoltes de *Macaranga beillei* se sont effectuées généralement dans les régions côtières.

II.2. Disponibilité de *Macaranga beillei*

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 de 1905 à 2002, seulement 4 échantillons ont été retrouvés (Figure 4 A).

Sur la Figure 4, 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, les eaux de ruissellement en provenance de la commune d'Abobo, ont inondé les lieux causant probablement la disparition de l'espèce en ces lieux (Figure 4 B et C).

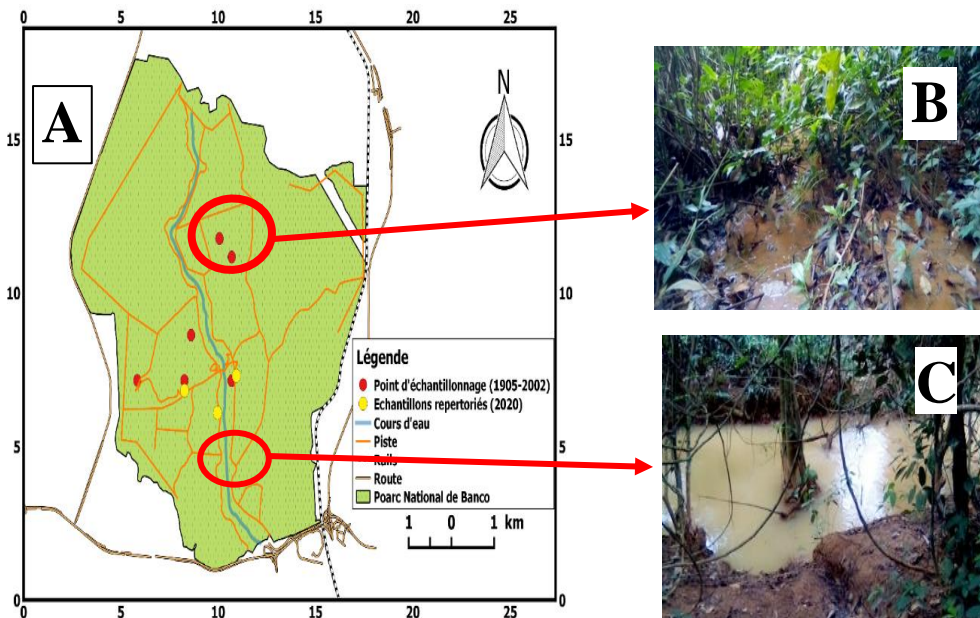


Figure 4. Carte de distribution spatiale de *Macaranga beillei* Prain et les zones inondées dans le Parc National du Banco

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

Tableau 2 : Echantillons de *Macaranga beillei* Prain

N ^o	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

1 6	Macaran ga beillei Prain	Banco	5.383333	-4.05	1955
1 7	Macaran ga beillei Prain	Banco	5.4	-4.05	1973
1 8	Macaran ga beillei Prain	Banco	5.383333	-4.05	1970
1 9	Macaran ga beillei Prain	Banco	5.416667	-4.05	1973
2 0	Macaran ga beillei Prain	Banco	5.316667	-4.55	1967
2 1	Macaran ga beillei Prain	Banco	5.116667	-5.85	1968
2 2	Macaran ga beillei Prain	Banco	5.333333	-4.133333	1969
2 3	Macaran ga beillei Prain	Banco	5.383333	-4.05	1970
2 4	Macaran ga beillei Prain	Banco	5.4	-4.15	1969
2 5	Macaran ga beillei Prain	Banco	5.4	-4.05	1975
2 6	Macaran ga beillei Prain	Banco	5.283333	-3.9	1959
2 7	Macaran ga beillei Prain	Banco	5.4	-4.15	1969
2 8	Macaran ga beillei Prain	Banco	5.333333	-4.133333	1969
2 9	Macaran ga beillei Prain	Banco	5.383333	-4.05	1976
3 0	Macaran ga beillei Prain	Banco	5.416667	-4.05	1972
3 1	Macaran ga beillei Prain	Banco	5.383333	-4.05	1957

3 2	Macaran ga beillei Prain	Banco	5.383333	-4.05	1976	
3 3	Macaran ga beillei Prain	Banco	5.383334	-4.06		
3 4	Macaran ga beillei Prain	Banco	5.25	-3.833333	1963	
3 5	Macaran ga beillei Prain	Banco, arboretum	5.333333	-4.133333	1969	
3 6	Macaran ga beillei Prain	Banco, centre rivière -nord,	5.416667	-4.05	1972	
N °	Espèce	Lieux de récolte	Coordonné s Y	Coordonné s X	Année récolte	de
3 7	Macaran ga beillei Prain	Banco, forêt	5.291667	-3.895	1968	
3 8	Macaran ga beillei Prain	Banco, nord-est	5.283333	-3.9	1959	
3 9	Macaran ga beillei Prain	Banco, nord-ouest	5.383333	-4.05	1976	
4 0	Macaran ga beillei Prain	Banco, arboretum	5.25	-4.183333	1955	
4 1	Macaran ga beillei Prain	Banco, nord-ouest	5.316667	-4.55	1967	
4 2	Macaran ga beillei Prain	Bingerville	5.383333	-4.05	1955	
4 3	Macaran ga beillei Prain	Bingerville	5.4	-4.166667	1958	
4 4	Macaran ga beillei Prain	Dabou	5.383333	-4.05	1976	
4 5	Macaran ga beillei Prain	Dabou.	5.383333	-3.85	1975	
4 6	Macaran ga beillei Prain	Dabou.	5.333333	-4.133333	1969	

4 7	Macaran ga beillei Prain	Dodo	5.333333	-4.133333	1969
4 8	Macaran ga beillei Prain	Forêt d'Abou-abou	5.333333	-4.133333	1969
4 9	Macaran ga beillei Prain	Forêt d'Abou-abou	5.333333	-4.133333	1969
5 0	Macaran ga beillei Prain	Forêt d'anguededou	5.333333	-4.133333	1969
5 1	Macaran ga beillei Prain	Forêt d'anguededou	5.333333	-4.133333	1969
5 2	Macaran ga beillei Prain	Forêt d'anguededou	5.383333	-3.85	1975
5 3	Macaran ga beillei Prain	Forêt d'anguededou	5.383333	-4.05	1953
5 4	Macaran ga beillei Prain	Forêt d'anguededou	5.383334	-4.06	1959
5 5	Macaran ga beillei Prain	Forêt d'Audouin.	5.4	-4.166667	1975
5 6	Macaran ga beillei Prain	Forêt de Cosrou	5.383334	-4.06	1987
5 7	Macaran ga beillei Prain	IRHO.,10 Km de Port- Bouet	5.383335	-4.07	1973
5 8	Macaran ga beillei Prain	ORSTOM	5.383336	-4.08	1970
5 9	Macaran ga beillei Prain	ORSTOM.	5.383337	-4.09	1972
6 0	Macaran ga beillei Prain	ORSTOM.	5.383338	-4.10	1972
6 1	Macaran ga beillei Prain	ORSTOM.	5.383339	-4.11	1990
6 2	Macaran ga beillei Prain	ORSTOM.	5.31667	-4.66667	1946

6 3	Macaran ga beillei Prain	ORSTOM.	5.66667	-4.26667	1907
6 4	Macaran ga beillei Prain	ORSTOM.	5.40248	-4.05261	1947
6 5	Macaran ga beillei Prain	ORSTOM.	5.35	-3.88333	1906
6 6	Macaran ga beillei Prain	ORSTOM.	5.40248	-4.05261	1987
6 7	Macaran ga beillei Prain	ORSTOM.	5.40248	-4.05261	
6 8	Macaran ga beillei Prain	ORSTOM.	5.40248	-4.05261	
6 9	Macaran ga beillei Prain	ORSTOM.	5.31667	-4.38333	1907
7 0	Macaran ga beillei Prain	ORSTOM.	5.38946	-4.0586	1975
7 1	Macaran ga beillei Prain	Sassandra.	5.35	-3.88333	1905
7 2	Macaran ga beillei Prain	Sassandra.	4.9	-7.316	2002

II.3 Données de l'essai de repeuplement

II.3.1 Constituants des substrats

Les résultats relatifs à l'analyse des paramètres physico-minéralogique effectuée sur les trois types de substrats sont présentés dans le Tableau 3. En effet, il ressort que 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. Le taux de Matière Organique (MO) du sol composté est de 28,5%, alors que celui des sols issu de la forêt de l'UNA et de la jachère de l'UNA sont respectivement 7,9 % et 7,33%. La plus grande valeur de la concentration du Carbone Organique Total (COT) (9,53%), est observée au niveau du sol composté. La concentration moyenne de phosphore assimilable (P), varie de 7,87 à 9,5 mg/kg dans les différents substrats. Le sol issu de la forêt de l'UNA est le plus concentré en phosphore avec une valeur de 9,5 cmol/kg. Les substrats ont pratiquement la même teneur en azote (N). La valeur du rapport carbone / azote (C/N), est plus élevée dans le sol composté (18,57) tandis que celles des sols issus 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 (1659,53 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 244,61 cmol/kg. La concentration moyenne en magnésium (Mg^{2+}) pour le sol composté est largement supérieure à celle des autres sols avec une valeur de 660,95 cmol/kg. La concentration moyenne de calcium échangeable (Ca^{2+}) est plus élevée dans les sols issus de la forêt de l'UNA et de la jachère de l'UNA avec pour valeur respectives 9130,6 cmol/kg et 8812,01 cmol/kg.

De ce qui précède, ces analyses révèlent que le sol composté est 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 3. 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	5,03
% MO	28,5	7,9	7,33
% COT	9,53	4,58	4,25
Phosphore (cmol/kg)	7,87	9,5	9
% N	0,51	0,46	0,5
C/N	18,57	9,93	8,55
K^+ (cmol/kg)	1659,53	1419,72	1417,39
Na^+ (cmol/kg)	244,61	111,20	115,21
Mg^{2+} (cmol /kg)	660,95	192,42	82,25
Ca^{2+} (cmol /kg)	2450,88	9130,6	8812,01
CEC	8127,79	20176,94	19321,11

II.3.2 Effet des traitements sur la reprise végétative et la mortalité des boutures.

La reprise végétative a commencé la première semaine de l'expérience pour certaines boutures et la deuxième semaine de l'expérience pour d'autres (Figure 5). 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 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. Les traitements T1 et T5 ont exactement le même nombre de boutures bourgeonnées de la première à la deuxième semaine après la mise en terre des boutures (3 boutures sur 6 ayant bourgeonnées pour chaque traitement), soit un taux de reprise végétative de 50%. Les traitements T4 et T2 ont chacun 2 boutures bourgeonnées à la deuxième semaine, soit un taux de reprise végétative de 33,33%. Le traitement T1 a une seule bouture bourgeonnée à la deuxième semaine, 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% pour le traitement T3 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 6). Toutefois, les boutures avec feuilles repiquées dans le sol issu 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 issu 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 issu 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 (T6).

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%.

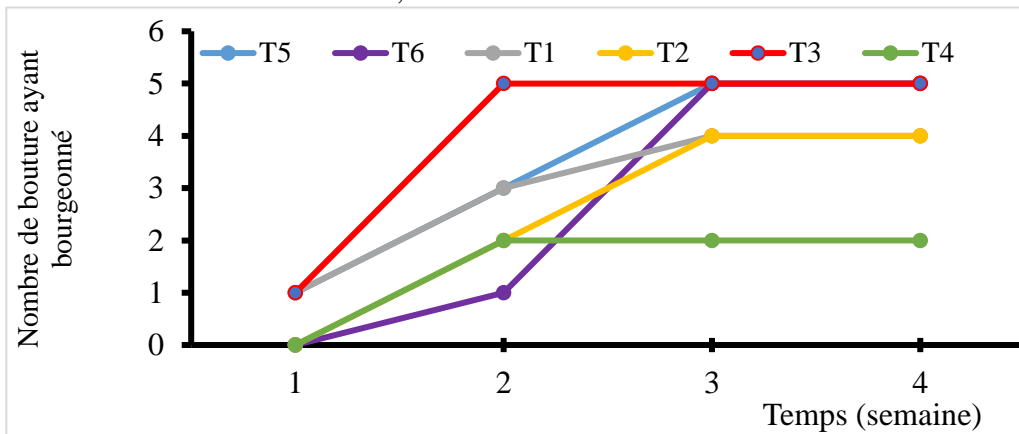


Figure 5. Courbe d'évolution de la reprise végétative des boutures en fonction du temps

T1 : sol issu de la jachère de l'UNA + bouture dépourvue de feuilles ;
T2 : sol issu de la jachère de l'UNA + bouture avec deux feuilles ; T3 : sol issu de la forêt de l'UNA + bouture dépourvue de feuilles ; T4 : sol issu de la forêt de l'UNA + bouture avec deux feuilles ; T5 : sol composté + bouture dépourvue de feuilles ; T6 : sol composté + boutures avec deux feuilles.

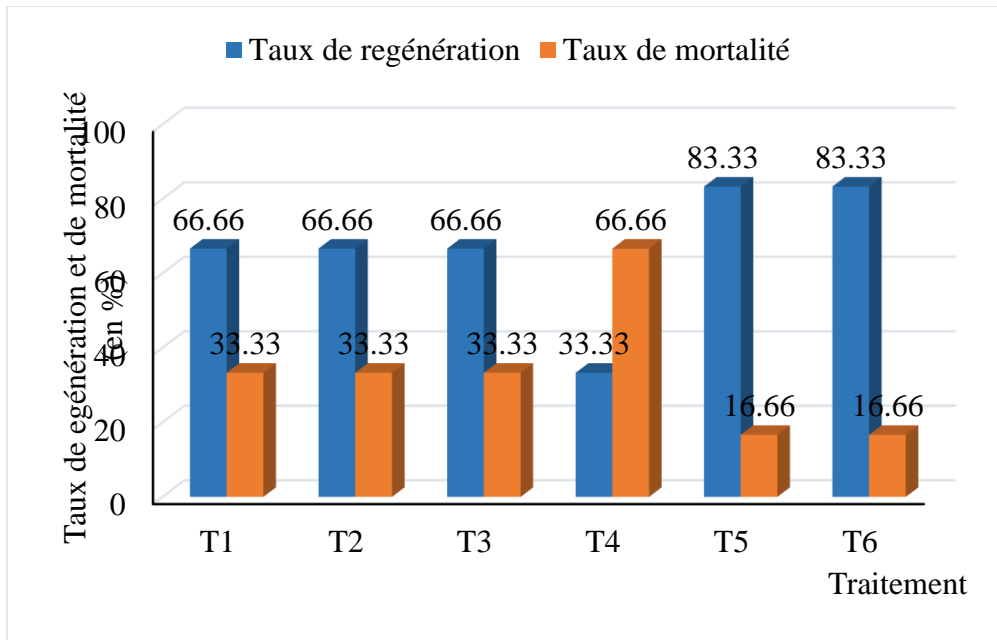


Figure 6. Influence des traitements sur les taux de reprise végétative et de mortalité des boutures

T1 : sol issu de la jachère de l'UNA + bouture dépourvue de feuilles ;
T2 : sol issu de la jachère de l'UNA + bouture avec deux feuilles ; T3 : sol issu de la forêt de l'UNA + bouture dépourvue de feuilles ; T4 : sol issu de la forêt de l'UNA + bouture avec deux feuilles ; T5 : sol composté + bouture dépourvue de feuilles ; T6 : sol composté + boutures avec deux feuilles.

II.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 e 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 7).

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.

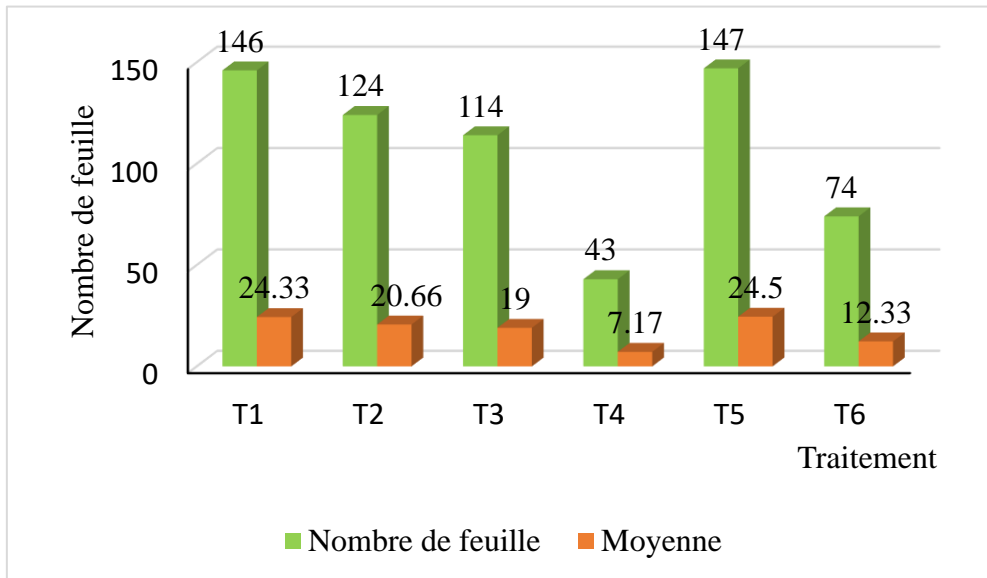


Figure 7. Influence des traitements sur l'apparition des feuilles

T1 : sol issu de la jachère de l'UNA + bouture dépourvue de feuilles ;
T2 : sol issu de la jachère de l'UNA + bouture avec deux feuilles ; T3 : sol issu de la forêt de l'UNA + bouture dépourvue de feuilles ; T4 : sol issu de la forêt de l'UNA + bouture avec deux feuilles ; T5 : sol composté + bouture dépourvue de feuilles ; T6 : sol composté + boutures avec deux feuilles.

II.3.4 Effets des traitements sur la croissance en hauteur des boutures.

La hauteur moyenne des boutures varie entre 52,65 cm et 127 cm (Figure 8). Ces différentes valeurs (hauteur moyenne des plants) ont été déterminées 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 52,65 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 ($P = 0.1412$).

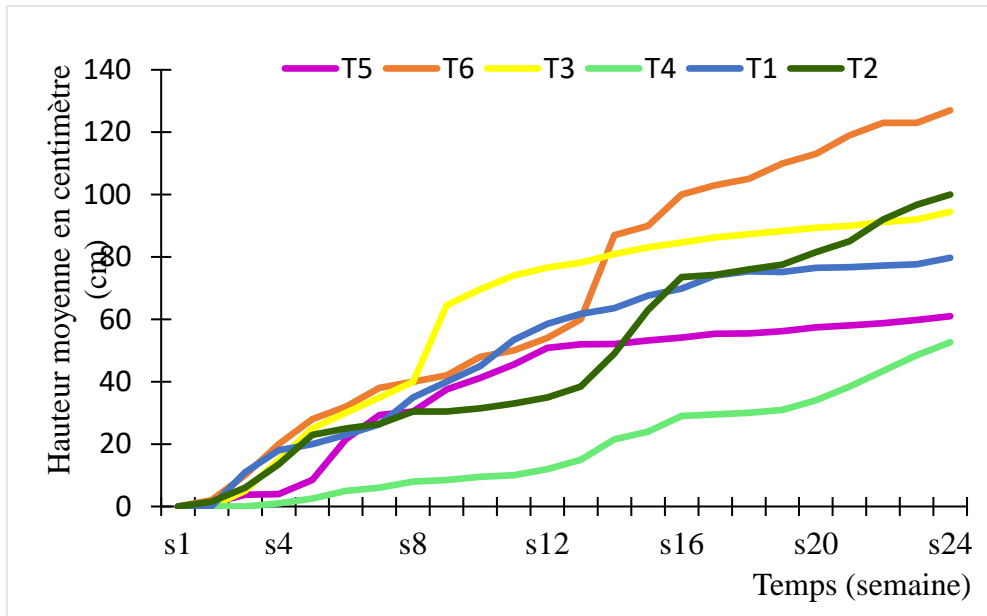


Figure 8. Evolution de la hauteur moyenne des plants en fonction du temps

T1 : sol issu de la jachère de l'UNA + bouture dépourvue de feuilles ;
T2 : sol issu de la jachère de l'UNA + bouture avec deux feuilles ; T3 : sol issu de la forêt de l'UNA + bouture dépourvue de feuilles ; T4 : sol issu de la forêt de l'UNA + bouture avec deux feuilles ; T5 : sol composté + bouture dépourvue de feuilles ; T6 : sol composté + boutures avec deux feuilles.

II.3.5 Corrélation entre les traitements et les paramètres de croissance mesurés.

Le test de corrélation réalisé sur les deux paramètres de croissance (Figure 9), révèle l'existence d'une forte corrélation positive entre le nombre moyen des feuilles et la hauteur moyenne des plants (p -value = 0.000000001198). Cette forte corrélation positive, signifie que le nombre des feuilles de chaque plant au niveau des traitements, augmente avec la hauteur du plants.

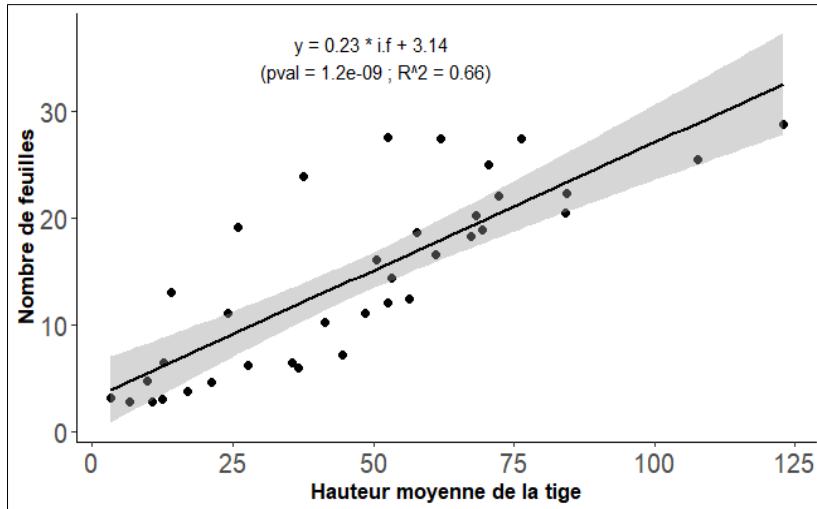


Figure 9. Courbe de corrélation

III- Discussion

Sur l'ensemble du territoire ivoirien, seulement 72 échantillons de *Macaranga beillei*, ont été retrouvés. 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 elle a une distribution restreinte sur l'étendue du territoire ivoirien. Ce constat est similaire à celui de 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 donc dire qu'il s'agit d'une espèce de forêt de basse altitude. Le statut d'espèce vulnérable de *Macaranga beillei* pourrait être du son aire de distribution qui est fortement menacée par les activités anthropiques.

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 issus 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 obtenue (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'anaérobiose, 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 compost parce qu'il n'est pas une mesure précise.

Aussi, la capacité d'échange cationique (CEC) du sol composté est moins 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 issu de la forêt de l'UNA et celui issu 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 issu de la forêt de l'UNA est plus riche en composés minéraux comparé à celui en issu de la jachère de l'UNA. Ce constat pourrait être dû à 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 issu de la forêt de l'UNA est supérieur à celui du sol issu de la jachère de l'UNA (9,93 contre 8,56). 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 issu de la jachère a une lente décomposition de la matière organique. Cela est dû à une abondance relativement faible des micro-organismes du sol provoquant une activité lente de ces derniers. Ce constat est conforme à celui de 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 issu de la jachère de l'UNA + bouture avec feuilles). En effet, le sol issu 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 boutures 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 (Benjamin, 2019). 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 issu 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. Ce constat est semblable à celui de Sbay et Lamhamedi (2015). En effet, pour ces auteurs, l'habillage (suppression des feuilles du bas de la tige pour n'en garder que 2 à 4 à l'extrémité, ou coupe d'une partie du limbe des feuilles) joue également un grand rôle, notamment si l'on ne dispose pas d'installations spécialisées. En supprimant une partie du limbe des feuilles, on diminue significativement les pertes en eau, ce qui améliore les chances de survie des boutures avant leur enracinement. Cette observation pourrait s'expliquer 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 retrouver 72 échantillons de *Macaranga beillei*. 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 généralement 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 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. Ainsi, déclarée comme une espèce vulnérable, l'on peut contribuer par la technique de la multiplication végétative à lever la vulnérabilité de cette espèce et aussi pour les autres espèces vulnérables.

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.

Conflit d'Interet: 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 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). Mémoire de fin de cycle, 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., Flesskens, 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 ; 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 de Docteur de l'Université de Limoges. 277p.
 11. Duparque A. & Rigalle P. (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. Thèse de Doctorat, Université Félix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire, 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. GBIF.org (2022) GBIF Occurrence Download https://doi.org/10.15468/dl.aefgvh_
 16. Gnahoua, M., Kouassi, F. Y., Angui, P. K. T., Balle, P., Olivier, R. & Peltier R. (2008). Effets des jachères à *Acacia mangium*, *Acacia auriculiformis* et *Chromolaena odorata* sur la fertilité du sol et les rendements de l'igname (*Dioscorea* spp.) en zone forestière de Côte d'Ivoire 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 végétation 10p.
 20. Philippe, L. (1999). Expérimentation 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 résiduels organiques dans différents contextes agropédoclimatiques 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>.
 27. Sbay, H. & Lamhamedi M. S. (2015). Guide pratique de multiplication végétative des espèces forestières et agroforestières Techniques de valorisation et de conservation des espèces à usages multiples face aux changements climatiques en Afrique du Nord. Royaume du Maroc Haut-Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification 124p.