

REB PASRES

Revue de l'Environnement et de la Biodiversité - PASRES

N°
04



JUILLET-DÉCEMBRE 2019

ISSN : 2520 - 3037

Email : rebpasres.prov@gmail.com
www://rebpasres.org



PROGRAMME D'APPUI STRATÉGIQUE À LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

COMITÉ DE PILOTAGE DU PASRES / STEERING BOARD OF PASRES

PRÉSIDENT	Pr BIAKA Zasseli Ignace Université Félix Houphouët-Boigny (UFHB)
VICE-PRÉSIDENT	Pr UTZINGER Jürg Institut Tropical Suisse (SWISS TPH)
VICE-PRÉSIDENT DÉLÉGUÉ	Pr KONÉ Inza Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire (CSRS)
MEMBRES	M. TRAORÉ Seydou Ministère de l'Économie et des Finances (MEF) Me HOEGAH Théodore Représentant du Secteur Privé
OBSERVATEURS	Pr ADOHI-KROU Viviane Présidente du Conseil Scientifique du PASRES Dr SANGARÉ Yaya Secrétaire Exécutif du PASRES

COMITÉ DE RÉDACTION / EDITORIAL BOARD

RÉDACTEUR EN CHEF / EDITOR IN CHIEF	Pr KAMANZI Kagoyire, UFHB
MEMBRES / MEMBERS	Pr BAKAYOKO Adama, Université Nangui Abrogoua (UNA) Pr KASSI N'Dja Justin, UFHB Pr KONÉ Inza, UFHB Pr KONÉ Mamidou Witabouna, UNA Pr OUATTARA Allassane, UNA Pr TIÉBRÉ Marie Solange, UFHB Dr KADJO Blaise, UFHB
DIRECTEUR DE PUBLICATION / EDITORIAL DIRECTOR	Pr ADOHI-KROU Viviane Présidente du Conseil Scientifique du PASRES

COMITÉ DE LECTURE / PEER REVIEWERS

Pr ADOU YAO Constant Yves, UFHB	Côte d'Ivoire
Pr AKOÉGNINOU Akpovi, Université d'Abomey-Calavi	Bénin
Pr BOGAERT Jan, Gembloux Agro Bio-Tech, Université de Liège	Belgique
Pr BOUSSIM Issaka Joseph, Université de Ouagadougou	Burkina Faso
Pr KAKOU N'DOUBA Adèle, Institut Pasteur d'Abidjan	Côte d'Ivoire
Pr KIÉNON-KABORÉ TIMPOKO Hélène, UFHB	Côte d'Ivoire
Pr KONATÉ Souleymane, UNA	Côte d'Ivoire
Pr KONÉ Daouda, UFHB	Côte d'Ivoire
Pr KONÉ Tidiani, Université Jean Lorougnon Guédé (UJLoG)	Côte d'Ivoire
Pr KOUAMÉLAN Essetchi Paul, UFHB	Côte d'Ivoire
Pr KOUSSEMON Marina Carroll Edwige, UNA	Côte d'Ivoire
Pr N'DA Konan, UNA	Côte d'Ivoire
Pr N'GUESSAN Kouakou Édouard, UFHB	Côte d'Ivoire
Pr TANO Yao, UNA	Côte d'Ivoire
Pr TRAORÉ Dossahoua, UFHB	Côte d'Ivoire
Pr YAOKOKORÉ-BEIBRO K. Hilaire, UFHB	Côte d'Ivoire
Pr ZOUNDJIHÉKPON Jeanne, Université d'Abomey-Calavi	Bénin
Dr ACAPOVI Genéviève L. Épse YAO, UFHB	Côte d'Ivoire
Dr AKA Marcel, Centre de Recherches Océanologiques (CRO)	Côte d'Ivoire
Dr BARIMA Yao Sabas, UJLoG	Côte d'Ivoire
Dr DA Philippe, UFHB	Côte d'Ivoire
Dr DEMBÉLÉ Ardjouma, LANADA	Côte d'Ivoire
Dr GAUZE TOUAO K. Martine, Centre de Recherche en Écologie (CRE)	Côte d'Ivoire
Dr KOUAMÉ N'Guessan François, UFHB	Côte d'Ivoire
Dr KOUTIKA Lydie-Stella, CRDPI	Congo Brazzaville
Dr MAVOUNGOU Jacques François, Université de Masuku	Gabon
Dr N'NAN Oulo Épse ALLA, UFHB	Côte d'Ivoire

ADMINISTRATION

Secrétariat Exécutif du PASRES

Tél : (225) 23 47 28 29

Centre Suisse de Recherches
Scientifiques en Côte d'Ivoire, KM 17
Adiopodoumé sur la route de Dabou

Fax: (225) 23 45 12 11

01 BP 1303 ABIDJAN 01

E-mail: yayasangci@yahoo.fr

ÉDITORIAL

Le Programme d'Appui Stratégique à la Recherche Scientifique, après la création de la Revue des Sciences Sociales (RSS-PASRES), met à la disposition des chercheurs, des enseignants-chercheurs et du monde de la Science, en général, une autre revue : la Revue de l'Environnement et de la Biodiversité (REB-PASRES) pour contribuer à la promotion des Sciences environnementales.

Cela témoigne de la volonté du PASRES de s'intégrer dans la chaîne de diffusion et de valorisation des savoirs et des résultats de la Recherche. En se référant aux différentes Conférences des Parties (COPs), on peut comprendre aisément le choix de créer une revue dans le domaine de l'environnement et de la biodiversité : s'investir dans les recherches portant sur le sujet le plus controversé de ce début du XXI^{ème} siècle et constituant pourtant l'une des plus grandes préoccupations des sociétés contemporaines. Elles sont condamnées à la protection et à la sauvegarde de l'environnement et de la biodiversité.

Pendant longtemps les hommes ont cru devoir leur vie à la nature à laquelle ils participaient comme sujets et objets. Avec la conception mécaniste, matérialiste et économiste, l'environnement devient l'ensemble hostile des éléments qui constituent le voisinage d'un être vivant ou d'un groupe d'origine humaine, animale ou végétale et qui sont susceptibles d'interagir avec lui directement ou indirectement. C'est ce qui entoure, ce qui est aux environs.

Nous convenons maintenant avec la tradition et les Anciens que l'Environnement et la Biodiversité sont plus que cela : depuis les années 1970 le terme environnement est utilisé pour désigner le contexte écologique global, c'est-à-dire l'ensemble des conditions physiques, chimiques, biologiques, climatiques, géographiques et culturelles au sein desquelles se développent les organismes vivants et les êtres humains, en particulier. L'environnement inclut donc l'air, la terre, l'eau, les ressources naturelles, la flore, la faune, les hommes et leurs interactions.

Aujourd'hui, avec les nombreux problèmes de santé, de sécurité alimentaire et de changement climatique, provoqués par la pollution et les catastrophes technologiques, nous réalisons que l'environnement et la biodiversité constituent le seul milieu connu, nécessaire à l'existence des hommes, pour subvenir à leurs besoins naturels.

Les Conférences des Parties qui se succèdent au fur des ans, traduisent la volonté de trouver des accords politiques sur le climat et montrent que la protection de l'environnement et de la biodiversité est devenue également une préoccupation des politiques. Les problèmes liés à l'environnement et à la biodiversité sont donc, pour nous, des problèmes exigeant des solutions urgentes et immédiates qui ne sauraient attendre.

Dr Sangaré Yaya

Secrétaire Exécutif du PASRES

S O M M A I R E

HIEN V, EHOUMAN NM, TOURE M, TIHO S

Effets des vermicomposts à base de coques de cacao et de tontes de gazon sur la fertilité des sols et la productivité de la tomate (*Solanum lycopersicum*) dans la localité de Yamoussoukro (Centre de la Côte d'Ivoire)1

COULIBALY S, DRO B, OUATTARA D, SALLA M

Usages et commercialisation de savons traditionnels à base de plantes au Centre-Nord de la Côte d'Ivoire.....9

N'GUESSAN KA, NANGAH KY, ALUI KA

Effets de la densité de plantation et du type de semence sur la croissance et le rendement en feuilles de *Lippia multiflora* Moldenke (Verbenaceae) en Côte d'Ivoire.....21

MUSHAYUMA H, TAMBALA T, MURHULA C, CHAKUPEWA M, NKONZI P, MBIYE R, CIRHUZA S, BUNDUKI J

Effets de la variabilité climatique sur la prévalence des vecteurs de la schistosomiase intestinale dans la zone de santé de Katana, Sud-Kivu, République Démocratique du Congo..33

BATUMIKE C, BAGALWA M, NDEGEYI K, BAHIZIRE K, BABWIRIZA K, TAMANI M, BALUKU B

Contribution à l'étude parasitologique des mollusques *Physa acuta* (Gasteropoda : Physidae) dans la région de Katana, Est de la République Démocratique du Congo.....43

MISSAMBA-LOLA AP, NDALLA COTONOU R, LOUMETO JJ

Déterminants écologiques de la résilience des reliques forestières du littoral congolais.....52

AKAFFOU SEV, MÉVANLY O, KOUADIO YJC, GOULI GNANAZAN ZR, TIÉBRÉ MS

Caractérisation de la flore et de la végétation des zones rudérales du parc national du Banco (Sud de la Côte d'Ivoire).....64

DIPAMA AK, SAVADOGO S, ZONGO B, DJOMO AN, BOUSSIM JI

Stratégies de conservation et structure des peuplements de *Detarium microcarpum* Guill. & Perr. dans les forêts protégées non aménagées de la province du Ziro (Burkina Faso).....81

EFFETS DES VERMICOMPOSTS À BASE DE COQUES DE CACAO ET DE TONTES DE GAZON SUR LA FERTILITÉ DES SOLS ET LA PRODUCTIVITÉ DE LA TOMATE (*Solanum lycopersicum*) DANS LA LOCALITÉ DE YAMOUSSOUKRO (CENTRE DE LA CÔTE D'IVOIRE)

HIEN V¹, EHOUMAN NM^{1*}, TOURE M¹, TIHO S¹

RÉSUMÉ

Cette étude avait pour objectif d'évaluer les effets des vermicomposts à base de coques de cacao et de tontes de gazon sur quelques paramètres agronomiques de la tomate (*Solanum lycopersicum*) et sur la fertilité des sols de culture. Un dispositif de Fisher de 3 traitements avec 3 répétitions par traitement a été mis en place. Les traitements sont : coques de cacao (CC), tontes de gazon (TG), mixte, coques et tontes (M), témoin (T0), un engrais minéral de synthèse de type NPK 12 22 22. Chaque traitement consistait en 9 lignes de plants avec 80 cm d'écart entre lignes et 40 cm entre plants par ligne. Chaque ligne compte 7 plants. Avant le repiquage, 400 g de chaque vermicompost sont enfouis dans les trous de plantation, ainsi que 400 g de NPK 12 22 22. Ces applications sont faites 7 jours avant le repiquage. Au terme de l'expérimentation, nous avons observé une variabilité des paramètres agronomiques de la tomate. La taille moyenne des plants du traitement CC était $36,86 \pm 14,05$ cm et respectivement de $33,55 \pm 12,92$ cm, $33,94 \pm 13,27$ cm et $30,62 \pm 12,62$ cm pour TG, MT et T0. Les rendements respectifs obtenus pour MT, TG, CC et T0 étaient de 0,0835 T/ha, 0,0733 T/ha, 0,0571 T/ha et 0,0277 T/ha. Ces résultats indiquent que les vermicomposts ont enrichi les sols en éléments nutritifs minéraux et organiques et peuvent ainsi restaurer durablement la fertilité des sols en cultures maraichères.

Mots clés : Coques de cacao, Tomate, Tontes de gazon, Rendement, Vermicompost, Yamoussoukro.

EFFECTS OF VERMICOMPOSTS BASED ON COCOA SHELLS AND CUT GRASS ON SOIL FERTILITY AND PRODUCTIVITY OF TOMATO (*Solanum lycopersicum*) IN YAMOUSSOUKRO (CENTRAL CÔTE D'IVOIRE)

ABSTRACT

The objective of this study was to assess the effects of vermicomposts based on cocoa shells and grass clippings on some agronomic parameters of the tomato (*Solanum lycopersicum*) and on the fertility of cultivated soils. A Fisher device of 3 treatments with 3 repetitions per treatment was implemented. The treatments are : cocoa shells (CC), grass clippings (TG), mixed (M), hulls and clippings (MT), control (T0), a synthetic mineral fertilizer of the NPK 12 22 22 type. Each treatment consisted of 9 lines plants with 80 cm spacing between rows and 40 cm between plants per row. Each line has 7 plants. Before transplanting, 400 g of each vermicompost are buried in the planting holes, as well as 400 g of NPK 12 22 22. These applications are made 7 days before transplanting. At the end of the experiment, we observed a variability in the agronomic parameters of the tomato. The average size of the CC treatment plants was 36.86 ± 14.05 cm and respectively 33.55 ± 12.92 cm, 33.94 ± 13.27 cm and 30.62 ± 12.62 cm for TG, MT and T0. The respective yields obtained for MT, TG, CC and T0 were 0.0835T / ha, 0.0733 T / ha, 0.0571T / ha and 0.0277 T/ha. These results indicate that vermicomposts have enriched the soil with mineral and organic nutritive elements and can thus durably restore the fertility of the soil in vegetable crops.

Key words : Cocoa shells, Grass clippings, Tomato, Yield, Vermicompost, Yamoussoukro.

¹Université NANGUI ABROGOUA, Laboratoire d'Écologie et Développement Durable (LEDD)

*Auteur de correspondance : ehoulmanmoise981@gmail.com

Introduction

Le vermicompost est un produit biodégradable et de stabilisation de la matière organique par interaction entre les vers de terre et les microorganismes. Il améliore la porosité et l'aération du sol et assure une bonne activité des microorganismes (Edward, 1998 ; Atiyeh *et al.*, 2001). Le mélange de différents vermicomposts produits à partir de différents substrats tels que les déchets ménagers, les effluents d'élevage, le gazon tondu, la parche de café, la coque de cacao augmente le taux de germination, la croissance et le rendement des plantes (Atiyeh *et al.*, 2000). Le vermicompost contient des acides humiques qui agissent sur le développement des plantes (Atiyeh *et al.*, 2002) et des régulateurs de croissance tels que les auxines, les gibbérellines et les cytokinines (Tomati *et al.*, 1990) qui sont responsables de la croissance des plantes et le rendement des cultures (Atiyeh *et al.*, 2002). Ces régulateurs de croissance sont produits par les activités des microorganismes tels que les bactéries, les champignons, les actinomycètes (Tomati *et al.*, 1987) et les vers de terre. Les vermicomposts rendent les nutriments (nitrates, phosphates, calcium, potassium) indispensables pour la croissance des plantes, biodisponibles (Edward, 1998). L'application du vermicompost sur un sol inhibe le développement des champignons du sol (*Pythium*, *Rhizoctonia*) et est à la base de la suppression de certaines maladies de plantes (Arancon *et al.*, 2006). Les vermicomposts contrôlent également les populations de nématodes dans le sol (Arancon *et al.*, 2006). Plusieurs études ont été faites sur l'utilisation du vermicompost en milieu contrôlé mais peu de travaux ont été réalisés en plein champ.

La tomate est le deuxième légume le plus consommé après la pomme de terre (Louissaint, 2012). La production mondiale était estimée à 153 833 368 tonnes en 2009. La Chine et les États-Unis sont les deux premiers producteurs du monde avec respectivement 45 365 543 et 14 181 300 tonnes par an (Mpika, 2015). En Côte d'Ivoire, la production annuelle est en forte augmentation. En 1965, elle était de 7 000 tonnes et en 2017 de 40 000 tonnes (FAO, 2017). Cependant, le besoin national en 2013 est estimé à 100 000 tonnes (Soro *et al.*, 2007). Par ailleurs, le sol de culture de la tomate est exploité de façon continue par les maraîchers. Ainsi, les réserves en éléments nutritifs pour les plantes s'épuisent au fil des années. Aussi, une exploitation agricole ne peut pas atteindre un rendement optimal sans apport d'engrais (Atiyeh *et al.*, 2000). Pour lever cette contrainte, les producteurs adoptent des pratiques culturales telles que l'assolement, la rotation, l'enfouissement des résidus végétaux ou animaux dans le sol pour des rendements meilleurs (Ouedraogo *et al.*, 2017). D'autres techniques telles que le vermicompostage sont utilisées pour la durabilité des systèmes agricoles. Ils favorisent une augmentation de la productivité agricole, une meilleure biodiversité du sol, une réduction des risques écologiques.

Cette étude vise à déterminer l'impact des vermicomposts à base de coques de cacao et de tontes de gazon dans la gestion durable des sols en production de tomate. Elle vise la vérification de l'hypothèse selon laquelle les vermicomposts amélioreraient les paramètres agronomiques de la tomate et auraient des effets sur la fertilité des sols.

Matériel et Méthodes

Site d'étude

Les travaux ont été réalisés sur le site maraîcher de Ballakro. Il est situé à 5 km de la ville de Yamoussoukro, capitale politique de la Côte d'Ivoire. La localité d'étude est comprise entre 06° 49' et 06° 47' de latitude Nord et 05° 16' et 05° 15' de longitude Ouest et couvre une superficie de 3500 kilomètres carrés (Zro Bi *et al.*, 2012). Il est composé de deux départements (Yamoussoukro et Attiéguakro). Le relief est peu accidenté avec une altitude moyenne de 200 m. La végétation est de

type savane préforestière parsemée d'arbustes et entrecoupée de bosquets et îlots forestiers (Yao, 2011). Le sol est du type ferralsol (World Reference Base, 2016) et brunifié au niveau des plateaux. Le sol varie au niveau des plaines et bas-fonds. Il est rougeâtre, jaune-rougeâtre, sablo-argileux ou gravillonnaire. Le climat est du type équatorial. Il est caractérisé par quatre saisons. Une grande saison des pluies de mi-mars à mi-juillet, une petite saison sèche de mi-juillet à mi-septembre, une petite saison des pluies de mi-septembre à mi-novembre, une grande saison sèche de mi-novembre à

mi-mars, caractérisée par la présence, de mi-décembre à mi-février de l'harmattan, qui abaisse considérablement l'humidité atmosphérique. La température moyenne de la région est d'environ 26 °C. L'humidité relative varie entre 75 et 85 % avec des chutes à 40 % en période d'harmattan. Elle se situe entre 80 et 85 % en période pluvieuse (Zro Bi *et al.*, 2012). La précipitation moyenne de la région ces 10 dernières années est de 97,93 mm avec une répartition irrégulière dans l'année. Cependant, celle de la période de l'étude était élevée (134,57 mm) (SODEXAM, 2017).

Détermination des paramètres physico-chimiques du sol

Les paramètres physico-chimiques du sol ont été déterminés avec 100 g de sol prélevés sur les parcelles d'étude avant et après l'application des engrais organiques (vermicomposts) et chimiques (NPK). Le prélèvement des échantillons de sol a été effectué à 10 cm de profondeur dans la rhizosphère des plantes sur un rayon de 0,10 m dans les différents traitements. Ces échantillons de sol ont permis de déterminer les paramètres de sol suivants : le pH avec la suspension eau/sol de 1/2,5 (Soro *et al.*, 2011), le pourcentage de carbone (% C) par la méthode de combustion par voie humide (Walkley et Black, 1934 ; Razakaratri, 2011), le pourcentage d'azote (% N) par la méthode Kjeldahl (Bensch et Flouzat, 2012). Le rapport carbone et azote a été déterminé dans les différents traitements et le témoin. La quantité de phosphore assimilable (P ass.) a été faite suivant la méthode d'Olsen modifiée par Zemoura (2005). La capacité d'échange cationique (CEC) a été déterminée par la méthode de l'acétate d'ammonium (Rabefiraisana, 2015). La concentration en bases échangeables (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} et N^{+}) a été déterminée par la méthode de la saturation par une solution d'acétate d'ammonium par bain (Touhtouh *et al.*, 2014).

Rapports d'interaction entre les ions du sol

Les rapports d'interaction ont été déterminés avec les bases échangeables (ions calcium, magnésium, sodium et potassium) selon les formules suivantes :

$$\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+} = \frac{\text{quantité de Ca}^{2+}}{\text{quantité de Mg}^{2+}}$$

$$\text{Na}^{+}/\text{K}^{+} = \frac{\text{quantité de Na}^{+}}{\text{quantité de K}^{+}}$$

Ces rapports permettent de déterminer l'assimilation ou non des éléments minéraux par

les plantes. Dans cette étude ces deux rapports ont été calculés pour comprendre le mécanisme de biodisponibilité du potassium, du calcium, du sodium et du magnésium par la tomate. Ces éléments jouent un rôle important dans les différentes phases de développement de la tomate.

Dispositif expérimental de la mise en place des cultures

Le dispositif était constitué de blocs de Fisher constitué de trois traitements et un témoin. Les traitements ont été répétés trois fois. Ils étaient constitués de coques de cacao compostés (CC) et tontes de gazon (TG) et un milieu mixte (MT). Les coques de cacao ont été ramassées dans des plantations de cacao dans lieux de cabossage; les tontes de gazon constituées de différentes espèces des graminées ont été ramassées sur le site expérimental. Le mixte était constitué de 50% de compost de cacao et 50 % de tontes de gazon. Le témoin (T0) était composé d'engrais chimique de synthèse de type NPK 10 22 22. Les substrats (cacao et tonte de gazon) ont été préalablement compostés pendant deux mois dans 18 bacs de dimension 2 m de long et 1m de large, construits avec des briques. Ensuite, les différents composts ont été ensemencés avec les vers de terre de l'espèce *Eudrilus eugeniae* pour la phase du vermicompostage qui a duré un mois. Le produit final obtenu appelé vermicompost a été appliqué dans les trous de plantation.

La culture de la tomate de la variété Lindo F1 qui a un cycle de 90 jours a été effectuée pendant la saison pluvieuse. Elle a débuté par une phase de pépinière qui a duré en moyenne 25 jours. Cette étape était suivie du repiquage des jeunes plants dans les différents traitements et témoin. Chaque traitement était constitué de 9 lignes de plants espacées de 80 cm entre lignes et 40 cm entre plants sur la ligne. Chaque ligne comprenait 7 plants. L'espace entre les traitements était de 0,5 m. La surface élémentaire était de 21 m² et la surface totale des traitements était 84 m².

Avant le repiquage des jeunes plants, 400 g de vermicompost de chaque type ont été appliqués dans les trous de plantation en une seule fraction. Le bloc témoin a reçu une dose unique 400 g de NPK 12 22 22 dans les trous de plantation.

Mesure des paramètres agronomiques

Quinze jours après le repiquage de la tomate, la taille (collet-apex) et le diamètre du collet ont été mesurés avec un décimètre. Ensuite, le nombre

d'entre-nœuds, le nombre de branches, le nombre de boutons floraux et le nombre de fruits récoltés ont été comptés. Ces paramètres ont été mesurés sur trois lignes au niveau de la largeur de chaque répétition de la droite vers la gauche chaque deux semaines. Il s'est agi des premières, troisièmes et cinquièmes lignes. Ceci a concerné 27 plantes par traitement, soit 108 plants au total sur une population de 252 plants. Au total 4 mesures ont été effectuées notamment le 14^{ème}, 28^{ème}, 42^{ème} et 56^{ème} jour après le repiquage. Les fruits récoltés ont été pesés frais à l'aide d'une balance de marque WAS 2500020 de portée 20 kg et les rendements estimés en fonction des poids frais. La récolte a été faite

par intervalle de 3 jours à partir du 83^{ème} jour. Le rendement a été calculé selon la formule suivante :

$$R = \frac{\text{masse}}{\text{superficie}}$$

R= Rendement (T/ha)

Analyses statistiques

Les moyennes des différents paramètres agronomiques des traitements ont été soumises à une analyse de variance à un facteur (ANOVA1) à l'aide du logiciel R version 3.6.1. Le seuil de probabilité était de 0,05.

Résultats

Effet du vermicompost sur les paramètres physico-chimiques du sol

Le tableau 1 indique que le pH du sol des cultures était devenu acide suite l'application de l'engrais NPK (pH=5,80±0,03). Le taux de carbone a augmenté dans les différents milieux. Mais celui de l'azote qui était 0,50 % initialement, a baissé dans les traitements après la culture. Le taux de phosphore (50 mg/kg) avant la culture a augmenté dans le traitement avec l'engrais de type NPK (63,23 mg/kg). Le rapport carbone et azote (C/N) est inférieur à 15 dans les différents

traitements et témoin (tableau 1). Au niveau des bases échangeables, la teneur du sol était élevée dans le traitement CC (7,27 cmol/kg). Pour les ions calcium (Ca²⁺) la concentration a diminué dans les différents traitements après la culture, alors que la concentration des ions de magnésium était restée constante dans les traitements mixte et engrais de type NPK (0,38 cmol/kg). Par contre, elle a augmenté dans les traitements cacao (0,47 cmol/kg) et gazon (0,43 cmol/kg). Les concentrations des ions potassium (K⁺) et sodium (Na⁺) ont augmenté dans tous les milieux après la culture.

Tableau 1 : Paramètres chimiques des sols du site d'étude dans l'horizon 0-10 cm autour de la rhizosphère

T 1= Traitement cacao (CC), T2= Traitement Tontes de gazon (TG), T3= Traitement mixte (M), T4= Témoin (T0)

		pH	C (%)	N (%)	C/N	P (mg/kg)	CEC (cmol/kg)	Ca ²⁺ (cmol/kg)	Mg ²⁺ (cmol/kg)	K ⁺ (cmol/kg)	Na ⁺ (cmol/kg)
T1	Initial	6,35±0,00	0,63±0,00	0,50±0,00	1,26	50,34±0,34	6,56±0,00	2,02±0,00	0,38±0,00	0,04±0,00	0,04±0,00
	Final	6,74±0,05	1,16±0,00	0,09±0,00	12,88	38,20±0,04	7,27±0,00	1,39±0,00	0,47±0,00	0,11±0,00	0,15±0,00
T2	Initial	6,37±0,00	0,63±0,00	0,50±0,00	1,26	50,43±0,13	6,47±0,01	2,03±0,00	0,38±0,00	0,04±0,00	0,04±0,00
	Final	6,70±0,03	0,85±0,00	0,08±0,00	10,62	50,26±0,09	6,23±0,00	1,22±0,00	0,43±0,00	0,17±0,00	0,08±0,00
T3	Initial	6,36±0,00	0,63±0,00	0,50±0,00	1,26	49,54±0,07	6,44±0,01	2,02±0,00	0,38±0,00	0,04±0,00	0,04±0,00
	Final	6,43±0,03	1,12±0,00	0,09±0,00	12,44	38,12±0,27	6,43±0,00	1,07±0,00	0,38±0,00	0,13±0,00	0,06±0,00
T4	Initial	6,36±0,00	0,62±0,00	0,49±0,00	1,26	49,38±0,03	6,46±0,00	2,02±0,00	0,39±0,00	0,04±0,00	0,04±0,00
	Final	5,80±0,03	1,17±0,00	0,09±0,00	13	63,23±0,03	6,48±0,00	1,21±0,00	0,38±0,00	1,25±0,00	0,21±0,00

Effet du vermicompost sur les rapports d'interaction entre les ions (Ca²⁺ /Mg²⁺ et K⁺/Na⁺) des sols de Culture

Les rapports d'interaction entre les ions calcium et magnésium (Ca²⁺/Mg²⁺) étaient élevés dans le milieu NPK (T0) (3,10) et gazon (TG) (3,05). Le plus fort rapport d'interaction entre les ions potassium et les ions sodium (K⁺/Na⁺) a été obtenu avec le traitement

coques de cacao (CC) (1,5) (Tableau 2).

Tableau 2 : Rapport d'interaction Ca²⁺ /Mg²⁺ et K⁺/Na⁺
T1= Traitement cacao (CC), T2= Traitement Tontes de gazon (TG),

T3= Traitement mixte (M), T4= Témoin (T0)

	T1	T2	T3	T4
Ca ²⁺ /Mg ²⁺	2,95	3,05	2,81	3,1
K ⁺ /Na ⁺	1,5	0,53	0,46	0,17

Effet des vermicomposts sur les paramètres agronomiques de la tomate

La taille des pieds de tomate était plus grande dans le milieu cacao (36,86 ± 14,05 cm), gazon (33,55 ± 12,92 cm) et mixte (33,94 ± 13,27 cm) par rapport à celle du témoin (30,62 ± 12,67 cm) (Figure 1). Le test a indiqué une différence significative entre les différents traitements ($p < 0,05$). Les vermicomposts et l'engrais de type NPK n'ont pas eu un effet significatif sur le diamètre du collet (Figure 2), les entre-nœud et le nombre de fruits. Cependant, le nombre de branches était plus élevé dans le milieu cacao (33,99 ± 23,56 cm) suivi du gazon (28,86 ± 14,00 cm) et le milieu mixte (23,54 ± 11,37 cm) mais faible dans le témoin (figure 4). L'analyse a indiqué une différence significative entre les traitements de même que le témoin ($P < 0,05$). Le nombre de branches était identique entre les

traitements cacao et gazon tondu ($P > 0,05$) (figure 4). Le nombre moyen de boutons floraux était plus grand dans les vermicomposts gazon (21,08 ± 14,70), mixte (22,84 ± 17,31) et le témoin (22,76 ± 20,13), mais l'analyse n'a révélé aucune différence significative ($P > 0,05$). Enfin, la masse des fruits (figure 3) a été importante dans les milieux avec vermicomposts mais le milieu mixte enregistre une masse plus élevée (0,175,35 ± 0,036,50 kg). La masse des fruits était faible dans le témoin (T0) (NPK) (0,058,17 ± 0,098.73 kg).

Rendement de la culture

Le rendement de la culture était élevé dans le milieu mixte (0,0835 T/ha) suivi du gazon (0,0733 T/ha) et le cacao (0,0571 T/ha) selon la figure 5. Il a été très faible dans le témoin constitué de l'engrais de type NPK (0,0277 T/ha).

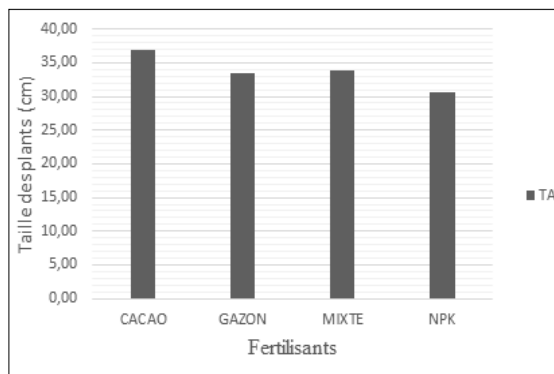


Figure 1 : La taille des plants de tomate par traitement (cm)

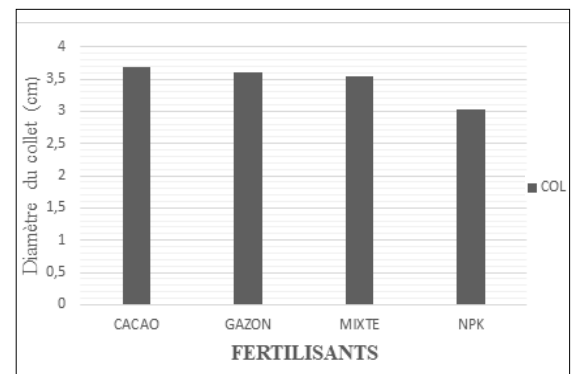


Figure 2 : Les diamètres des plants de tomate au niveau du collet après traitement (cm)

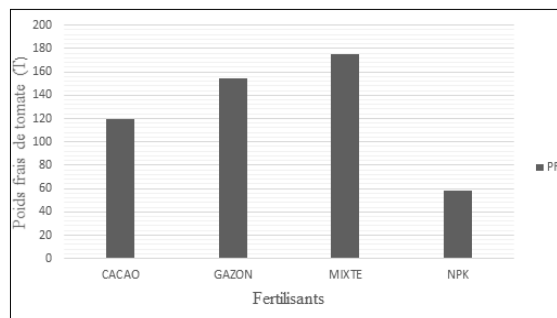


Figure 3 : Les poids frais de tomate par traitement (T) ; PF= masse fraîche de tomate

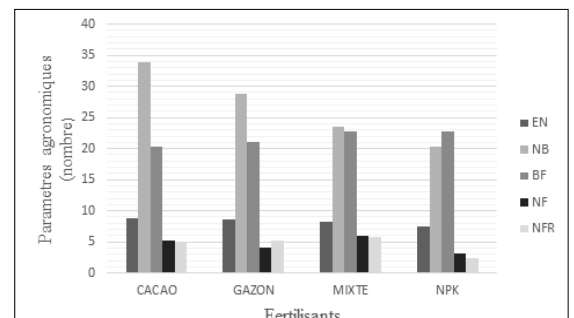


Figure 4 : Les paramètres agronomiques de la tomate par traitement

EN= Entre-nœud, NB= Nombre de branches, BF= Boutons floraux, NF= Nombre de fruits, NFR= Nombre de fruits récoltés, PF= Masse des fruits

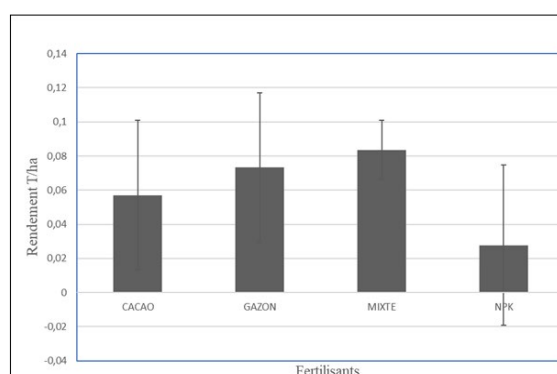


Figure 5 : Le rendement de la tomate dans les différents traitements

Discussion

Effet du vermicompost sur quelques paramètres physico-chimiques du sol de culture

Les vermicompost coques de cacao, gazon et mixte n'ont pas rendu le pH des sols acide contrairement au NPK. En effet, le vermicompost régularise le pH et le stabilise vers la neutralité car il contient plus de bases échangeables (Uz et Tavali, 2014). L'augmentation de l'acidité du sol par le NPK pourrait s'expliquer par la forte dose appliquée. Cette dose excessive aurait réduit l'activité de la faune du sol. En effet, les microorganismes qui entrent dans le processus de dégradation de la matière organique du sol (MOS) sont actifs autour d'un pH neutre (Bernard *et al.*, 2012). Le carbone est une source importante d'énergie pour les microorganismes du sol (Bernard *et al.*, 2012). L'augmentation du taux de carbone dans les différents milieux serait due à une bonne assimilation du vermicompost par les microorganismes. Cette augmentation du taux de carbone interfère sur le rapport C/N. En effet, dans les différents traitements et témoin, le rapport était inférieur à 15. Cela démontre que l'azote était bien minéralisé et disponible pour les plantes. En outre, le faible pourcentage d'azote résulterait d'une assimilation rapide par les plantes du fait d'une quantité moins importante d'ions magnésium. D'après Lacroix (1999), un rapport d'interaction entre les ions calcium et les ions magnésium ($\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$) élevé induit une concentration faible d'ions magnésium. Par conséquent, il y a eu une assimilation rapide du phosphore. Par ailleurs, le phosphore et l'azote sont en synergie d'action. Alors, il y a eu une assimilation rapide de l'azote par les plantes.

La capacité d'échange cationique (CEC) élevée dans le traitement coques de cacao serait due au fait que le vermicompost coques de cacao a fourni plus de bases échangeables au complexe absorbant. Les travaux de Abobi *et al.*, (2014) ont montré que les coques de cacao augmentent la capacité d'échange cationique du sol.

La faible concentration des ions Ca^{2+} dans les traitements résulterait du rapport d'antagonisme entre les ions calcium et de magnésium. Selon Lacroix (1999), un faible rapport $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ induit une baisse de la concentration en ions Ca^{2+} . En outre, la diminution du taux de calcium dans les différents traitements serait due au fait que la tomate utilise une grande quantité pour la formation des fruits. L'absence du calcium entraîne la pourriture apicale de la tomate.

La faible concentration des ions Mg^{2+} serait due au rapport d'interaction $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ élevé. Lacroix (1999) a montré qu'un rapport $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ élevé induit une concentration faible en ions Mg^{2+} . La concentration importante des ions K^{+} dans le traitement NPK résulterait d'une assimilation lente par les plantes. La forte concentration des ions Na^{+} dans les traitements serait due à une faible assimilation par les plantes. Par conséquent, il y a eu une assimilation rapide du potassium par les plantes (Lacroix, 1999). En outre, Achour (2016) a montré qu'en cas de carence en ions potassium, les ions Na^{+} pourraient se substituer à ceux-ci. Ce qui expliquerait leur faible quantité. La faible concentration des ions Na^{+} dans le traitement mixte résulterait d'une assimilation rapide de ceux-ci.

Effet du vermicompost sur quelques paramètres agronomiques de la tomate et rendement de la culture

Les pieds de tomate avaient une taille élevée dans les traitements cacao, gazon et mixte. Ceci pourrait être dû à une forte assimilation du phosphore et de l'azote à cause du pH moins acide. Zaller (2012) a montré que le phosphore est mieux assimilé lorsque le pH tend vers la neutralité.

Le nombre moyen de branches élevé dans les différents traitements serait dû à une bonne assimilation des éléments minéraux surtout l'azote. En effet, Diallo (2002) a montré que le développement des branches de la tomate est lié à la quantité d'azote accumulée par les plantes. L'augmentation du nombre de boutons floraux dans les traitements gazon, cacao, mixte et témoins pourrait être due à une bonne biodisponibilité des éléments minéraux pour les plantes. La masse des fruits élevée dans les traitements serait due à une bonne assimilation des minéraux qui participent au développement des fruits.

Le rendement de la tomate était important dans les différents traitements par rapport au témoin. Ceci pourrait être dû au fait que le sol du milieu NPK était devenu acide. Cette acidité du sol aurait ralenti la disponibilité des éléments minéraux d'où une baisse de rendement. De plus, l'acidité du sol réduit l'activité des enzymes telles que les uréases, phosphomonoestérases et l'arysulphatase qui participent à la dégradation des matières organiques et à la biodisponibilité des nutriments pour les plantes (Albiach *et al.*, 2000).

Conclusion

Au terme de cette étude, il ressort que les vermicomposts ont amélioré les paramètres agronomiques de la tomate notamment la taille, le nombre d'entre-nœud, le diamètre du collet, le nombre de branches, la masse des fruits. Ils ont eu un effet significatif sur la qualité chimique du sol par la stabilisation du pH, l'augmentation du phosphore, du potassium, du calcium, du magnésium, du carbone, de l'azote et des bases échangeables. Il en a été de même pour le processus de dégradation de la matière organique du sol

et sa biodisponibilité pour les tomates. Par contre, pour le témoin constitué d'engrais de type NPK 12 22 22, la qualité du sol était médiocre. Les meilleurs rendements ont été obtenus avec les vermicomposts cacao, gazon et mixte. Les vermicomposts de cacao et tontes de gazon participent ainsi à l'amélioration de la fertilité du sol. Les résultats de cette étude permettront de mettre en place une formule d'engrais organique spécifique pour la production de tomate en vue de gérer durablement les sols de culture.

Remerciements

Nous remercions, M. CISSE Sidiki, Directeur Général de l'Agence Nationale d'Appui au Développement Rural (ANADER), pour son accord de financement de nos travaux et M. YAO Koffi,

technicien du laboratoire de Pédologie de l'Institut National Polytechnique Houphouët-Boigny de Yamoussoukro (INP-HBY) pour les analyses de sols et de végétaux.

Références bibliographiques

Abobi AHD, Angui TKP, Kouadio YJ. 2014. Influence de la fertilisation à base des coques de cacao sur les paramètres chimiques d'un ferralsol et sur la croissance du maïs (*Zea mays* L.) à Oumé, Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 82 :7359 – 7371.

Achour A. 2016. Caractérisation physiologique et biochimique du Gombo (*Abelmoschus esculentus* L.) sous stress salin. Thèse de l'Université d'Oran 1, 140 p.

Albiach R, Carnet R, Pomares F, Ingelmo F. 2000. Microbial biomass content and enzymatic activities after application of organic amendments to a horticultural soil. *Bioresources technology*, 75: 43-48.

Arancon NQ, Edwards CA, Bierman P. 2006. Influences of vermicomposts on field strawberries: effects on soil microbiological and chemical properties. *Bioresource technology*, 97: 831-840.

Atiyeh RM, Edwards CA, Subler S, Mertzger JD. 2001. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: Effects on physico chemical properties and plant growth. *Bioresource technology*, 78:11-20.

Atiyeh RM, Subler S, Edwards CA, Bachman G, Metzger JD, Shuster W. 2000. Effects of vermicompost and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiologia*, 44 : 579-590.

Bensch M, Flouzat L. 2012. Rapport de projet de fin d'études de l'Université de Lorraine, 59 p.

Bernard, L, Chapuis-Lardy, L, Razafimbelo, T, Razafindrakoto, M, Pablo, AL, Legname, E, Poulain, J, Bruls, T, O'Donohue, M, Brauman, A, Chotte JJ, Blanchart, E. 2012. Endogeic earthworms shape bacterial functional communities and affect organic matter mineralization in a tropical soil. *ISME journal*, 6 : 213-222.

Diallo L. 2002. Effet de l'engrais azoté et du fumier sur les rendements du maïs. Mémoire d'ingénieur du développement rural de l'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, 71 p.

Edwards CA. 1998. The use of earthworms in the breakdown and management of organic wastes, pp. 327-354. In: Edwards CA (ed). *Earthworm ecology*. CRC press, Boca Raton, FL.

FAO. 2017. Production mondiale de la tomate en 2017. FAOSTAT : Rome, Italie. <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC>, consulté le 26 novembre 2019.

Lacroix M. 1999. Nutrition en calcium. Problèmes et prévention. Laboratoire de diagnostic en phytoprotection. Québec, 11p.

Louissaint AM. 2012. Évaluation de la répartition spatiale de l'infestation d'une parcelle de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) par la noctuelle *Helicoverpa zea* (Lepidoptera : Noctuidae) en présence d'une bordure de Maïs (*Zea mays*). Master en Agronomie et Agroalimentaire de l'École Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier-SUPAGRO, 40 p.

Mpika J, Attibacyeba, Makoundou A, Minani D. 2015. Influence d'un apport fractionné en potassium et en azote sur la croissance et le rendement de trois variétés de tomate de la zone périurbaine de Brazaville en République du Congo. *Journal of applied Biosciences*, 94 :1997-5902.

Ouédraogo J, Ouédraogo E, Nacro, HB. 2017. Le macrofaune du sol améliore l'efficacité de l'utilisation de l'énergie par les microorganismes. *Journal of Applied biosciences*, 114: 11345-11356.

R version 3.6.1 2019 "Action of the Toes"
Copyright (C) The R Foundation for Statistical Computing Platform: x86_64-apple-darwin15.6.0 (64-bit)

Rabefiraisana HJ. 2015. Analyse des paramètres physico-chimiques des sols de Kianjasoa, d'Ambohitsaina et d'Amatobe. Rapport de stage de l'Université d'Antsiranana de Madagascar, 44 p.

Razakaratriho, JTI. 2011. Empreinte carbone de différents types d'exploitations agricoles à base de systèmes agroforestiers. Mémoire d'ingénieur Agronome de l'Université d'Antananarivo, 108 p.

Soro D, Bakayoko S, Dao D, Bi Tra T, Angui P, Girardin O. 2011. Diagnostic de fertilité du sol au centre-nord de la Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, 23 (3): 205 –215.

Soro S, Doumbia M, Dao D, Tschannen A, Girardin O. 2007. Performance de six cultivars de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. Contre la jaunisse en cuillère des feuilles, le flétrissement bactérien et les nématodes à galles. *Sciences & Nature*, 4 (2): 123-130.

Tomati U, Galli E, Grappelli A, Di Iena, G. 1990. Effect of earthworm casts on protein synthesis in Redish (*Raphanus sativum*) and Lettuce (*Lactuca sativa*)

seedlings. *Biology and Fertility of Soils*, 9: 288-299.

Tomati U, Grappelli A, Galli E. 1987. The presence of growth regulators in earthworm-worked wastes. IN: Bonvicini paglioi, Omodeo AM., P. (Eds), on earthworms. Proceedings of International symposium on earthworms. Selected symposia and monographs, *Union zoologica Italiana*, Mucchi, Modena : 423-435.

Touhtouh D, Moujahid Y, Faleh EEM, Halimi ER. 2014. Caractérisations physico-chimiques de trois types de sols du Sais, Maroc (Physicochemical characterization of three types of soils of Sais, Morocco. *Journal of materials and environmental science*, 5 (5) :1524-1534.

Uz I, Tavalı IE. 2014. Short-Term Effect of vermicompost application on biological Properties of an Alkaline Soil with High Lime Content from Mediterranean Region. *Scientific world journal* : 282-395.

Walkley A, Black IA. 1934. An estimation of degtareff method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil science*, 37 : 29-38.

Yao KP. 2011. Problématique des aménagements fonciers à Yamoussoukro dans le cadre du transfert de la capitale. État des lieux et proposition de solutions durables. Mémoire d'Ingénieur de conception en bâtiment et urbanisme de l'Institut National Polytechnique Houphouët Boigny de Yamoussoukro (Côte d'Ivoire), 151 p.

World Reference Base. 2016. Base de référence mondiale pour les ressources en sol 2014, mise à jour 2015. Système international de classification des sols pour nommer les sols et élaborer des légendes de cartes pédologiques. Rapport sur les ressources en sols du monde N° 106. FAO, Rome, 203p.

Zaller JG. 2012. Vermicompost as a substitute for peat in potting media: effects on germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. *Scientia horticulturae*, 112 : 191-199.

Zemoura AEK. 2005. Étude comparative de quelques méthodes de dosage du phosphore assimilable des sols calcaires en région semi-aride. Magister en sciences Agronomiques de l'Université El Hadj Lakhdar de Batna, Algérie, 182 P.

Zro Bi GF, Yao KA, Kouamé KF. 2012. Évaluation statistique et spatiale de la fertilité rizicole des sols hydromorphes (gleysols) de la région du béliér (Côte d'Ivoire). *Tropicultura*, 30 (4) : 236-242.

USAGES ET COMMERCIALISATION DE SAVONS TRADITIONNELS À BASE DE PLANTES AU CENTRE-NORD DE LA CÔTE D'IVOIRE

COULIBALY S^{1*}, DRO B¹, OUATTARA D^{2,3}, , SALLA M¹

RÉSUMÉ

Les populations africaines sont détentrices de connaissances et de pratiques relatives à l'utilisation des plantes de leur environnement. Au Centre-nord de la Côte d'Ivoire, si les plantes utilisées pour la fabrication de savons sont bien connues, ainsi que les procédés de préparation, il n'en est pas de même pour l'emploi de ces savons. Cette étude visait donc à découvrir les principaux usages des savons traditionnels (ou savons noirs) fabriqués à base de plantes dans les départements de Katiola et de Dabakala. Ainsi, une enquête ethnobotanique a été menée auprès de 193 personnes de 14 localités différentes. Les résultats ont montré que les savons noirs sont fabriqués à partir de matière grasse issue de sept espèces végétales et de potasse de 28 espèces. Ils sont principalement utilisés pour la thérapie traditionnelle, mais aussi pour l'hygiène (toilette, lessive). Ils permettent de lutter contre plusieurs affections telles que le paludisme, la migraine, diverses maladies de la peau, etc. Sur le marché, ils sont généralement moins coûteux, vendus essentiellement à 50 francs et 100 francs CFA par morceau de 40 à 67 g. La plupart des personnes interviewées préfère ces savons aux savons industriels, à cause de leur usage thérapeutique et leur caractère naturel. La valorisation de cette pratique culturelle pouvant être bénéfique aux populations rurales (revenus supplémentaires, thérapie, tourisme), il devient urgent d'adopter une approche de gestion durable des ressources végétales utilisées.

Mots clés : Plantes, Savon traditionnel, Usage, Commerce, Côte d'Ivoire.

USES AND TRADE OF TRADITIONAL SOAPS MADE FROM PLANTS IN NORTH-CENTRAL COTE D'IVOIRE

ABSTRACT

African people hold knowledge and practices related to the use of plants from their environment. In north-central Côte d'Ivoire, if the plants used for the manufacture of soaps are well known, as well as the preparation processes, it is not the same for the use of these soaps. Therefore, this study aimed to discover the main uses of traditional soaps (or black soaps) made from plants in Katiola and Dabakala departments. Thus, an ethnobotanical survey was conducted among 193 persons from 14 different localities. The results showed that these soaps are made with fat from seven plants and potash from 28 plants species. They are mainly used for traditional therapy. Various diseases including malaria, migraine, skin diseases are well treated and relieved using them. They are also used in hygiene (toilet and laundry). The study also revealed that these soaps are generally cheaper than industrial soaps. Their costs vary from 50 to 100 XOF per piece of 40 to 67 g. These traditional products are useful because they do not contain any industrial chemical compound. The therapeutic uses, low cost and natural character support the great use of traditional soaps by populations in these localities. As the promotion of this cultural practice can be beneficial to rural people (additional income, therapy, tourism), it becomes urgent to adopt an approach of sustainable management of the plant resources used.

Key words : Plants, Traditional soap, Use, Trade, Côte d'Ivoire.

¹UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

² Laboratoire de Botanique, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

³ Centre National de Floristique (CNF), Université Félix Houphouët-Boigny, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

***Auteur de correspondance :** saidcoul23@yahoo.fr

Introduction

Les populations africaines sont détentrices de connaissances et de pratiques relatives à l'utilisation des plantes de leur milieu de vie. Grâce à cela, elles les transforment pour leurs besoins divers (Tra Bi, 1997 ; Aké-Assi, 2007), notamment pour assurer leur santé et leur hygiène corporelle et vestimentaire (Coulibaly, 2010).

En Côte d'Ivoire, comme ailleurs en Afrique, si les études concernant l'usage médicinal et alimentaire des plantes spontanées sont très avancées (Adjanohoun et Aké-Assi, 1979 ; Aké-Assi et Guinko, 1991 ; Malaisse, 1997 ; Ambé, 2001 ; Atindehou, 2001 ; Mehdioui et Kahouadji, 2007), celles se rapportant à leur transformation en savon sont pratiquement inexistantes (Coulibaly, 2010). Pourtant, cette dernière utilisation des plantes est très ancienne et répandue partout en Afrique.

En effet, bien longtemps avant les indépendances en Afrique, les savons industriels étaient très peu connus. Les populations, conscientes de l'inhérence

de leur bien-être à l'hygiène, n'employaient que les savons locaux dont les matières premières, huiles et potasse, provenaient d'organes végétaux (Coulibaly, 2010).

De nos jours, convaincus que les préférences des populations rurales doivent guider les décideurs dans le choix des espèces à préserver et à valoriser (Ambé, 2001), des chercheurs se sont intéressés à cette problématique. Ainsi, Coulibaly *et al.* (2012) ont inventorié des espèces entrant dans la fabrication des savons traditionnels. Ouattara *et al.* (2017) ont divulgué les procédés de transformations des organes végétaux en savon. Cependant, les utilisations des savons traditionnels restent encore très peu connues ; ce qui limite leur emploi et laisse craindre la disparition de ce savoir-faire ancestral. La présente étude a donc pour objectif de promouvoir les savons traditionnels à base de plantes, à travers une meilleure connaissance de leurs usages et de leur commercialisation.

Matériel et Méthodes

Zone d'étude

Les départements de Katiola et de Dabakala sont situés au Centre-Nord de la Côte d'Ivoire, en zone de savane sub-soudanienne (Figure 1). Ils couvrent une superficie totale de 19090 km² (Ouattara, 1998 ; Ouattara, 2007).

La zone Katiola-Dabakala est à cheval sur le climat baouléen au Sud et le climat soudanien au Nord, avec une prédominance du dernier. Il s'agit d'un climat tropical à deux saisons : une pluvieuse (mars à octobre) et l'autre sèche (novembre à février). Les précipitations y sont très variables et inégalement réparties sur l'année, avec une pluviométrie moyenne annuelle d'environ 1053,1 mm de pluie et une température variant de 25 °C à 34 °C.

La flore est riche, car c'est le lieu de rencontre des savanes arborées et herbeuses (ou arbustives), avec une prédominance des premières. La végétation renferme des îlots forestiers plus ou moins denses, des forêts claires, des forêts galeries, des forêts sacrées, des teckeraies et des essences végétales isolées formant des peuplements par endroits.

Les savanes sont parsemées de grands arbres par endroit.

La zone, moins peuplée (14 à 20 habitants/km² en moyenne), est essentiellement agricole. La

population est hétérogène, mais fondamentalement composée des ethnies Djimini, Djamala, Tagbana et Mangoro qui représentent les populations autochtones.

Matériel

Le principal matériel utilisé est une fiche d'enquête préétablie, renfermant un questionnaire concernant l'usage et la commercialisation des savons traditionnels à base de plantes (voir Annexe). Une balance électronique pour peser les morceaux de savon échantillonnés sur le marché et un appareil photo numérique ont également été utilisés.

Méthodes

Échantillonnage des localités visitées

L'étude a été menée dans les départements de Katiola et de Dabakala, au Centre-nord de la Côte d'Ivoire (figure 1). La zone étant vaste, des localités ont été échantillonnées à l'issue d'une pré-enquête. Il s'agit d'une enquête préliminaire sur le terrain, auprès des autorités administratives et coutumières, ainsi que sur certains marchés, pour repérer des dépositaires du savoir ancestral, notamment en matière de fabrication et d'utilisation des savons traditionnels.

Ainsi, l'échantillonnage a consisté à sélectionner 14 localités représentatives de la zone d'étude au plan culturel. Les critères de sélection ont été notamment, la localisation géographique, l'accessibilité, la présence de plusieurs cultures, la présence de personnes détentrices de savoirs traditionnels.

Enquête ethnobotanique

Dans les localités échantillonnées, une enquête ethnobotanique a été menée à travers des entretiens directs individuels structurés ou semi-structurés (Ouattara *et al.*, 2017) auprès de dépositaires de connaissances relatives à la fabrication, l'usage et la vente des savons traditionnels. Au cours de cette enquête, les informateurs ont été invités à répondre au questionnaire de la fiche d'enquête (Annexe).

Au total, 193 informateurs ont été interviewés pendant l'enquête ethnobotanique. Ouattara *et al.* (2017) ayant publié les caractéristiques sociodémographiques de ces personnes, ces informations ne sont pas reprises ici.

Les taxons végétaux ont été identifiés suivant la nomenclature de Cronquist (1981). En effet, ce manuscrit est le troisième d'une série traitant la même thématique, les précédents (Coulibaly *et al.*, 2012 ; Ouattara *et al.*, 2017) ayant adopté ce système de classification.

Par ailleurs, des marchés locaux ont également été visités. À cette occasion, trois morceaux de savons traditionnels de même prix de vente ont été échantillonnés auprès de chaque vendeuse rencontrée, puis pesés individuellement pour en déterminer la masse. La masse moyenne par morceau de chaque prix de vente a ensuite été calculée.

Enfin, lorsque cela était possible, des photographies ont été réalisées.

Traitement des données

Les informations recueillies sur les fiches d'enquête ont été enregistrées, synthétisées et analysées au moyen du tableur Excel 2013. Des fréquences relatives ont été calculées (en pourcentage) pour plusieurs paramètres et modalités, afin d'apprécier les connaissances et pratiques des populations en matière d'utilisation et de commercialisation des savons traditionnels. Ces fréquences ont été estimées suivant le principe de la liste ouverte («free-listing») de Cotton (1996) basée sur les citations spontanées. Selon ce principe, les informations (paramètres ou modalités) les plus significatives sont mentionnées par plusieurs informateurs et obtiennent un rang élevé. Il est basé sur la formule ci-après :

$$\text{Fréquence relative d'une modalité} = \frac{\text{Nombre de personnes adhérant à cette modalité}}{\text{Nombre total de personnes interrogées}} \times 100$$

Par ailleurs, la disponibilité des espèces recensées a été appréciée à travers leur niveau d'abondance locale, suivant Ouattara *et al.* (2017), via la question « trouvez-vous facilement cette plante ici ? ». Il s'agit, pour une espèce donnée, d'un indice calculé selon les témoignages des populations, par le rapport entre le nombre d'informateurs attestant de son abondance dans le milieu local (réponse « oui ») et le nombre total de personnes ayant

mentionné l'espèce.

De plus, le statut de conservation des espèces a été apprécié selon IUCN (2020). Ce qui permet de déterminer les espèces dites à statut particulier, présentes sur la liste rouge de l'IUCN (International Union for Conservation of Nature), afin de juger du niveau de menace qui pèse sur elles et d'envisager des stratégies de conservation adéquates.

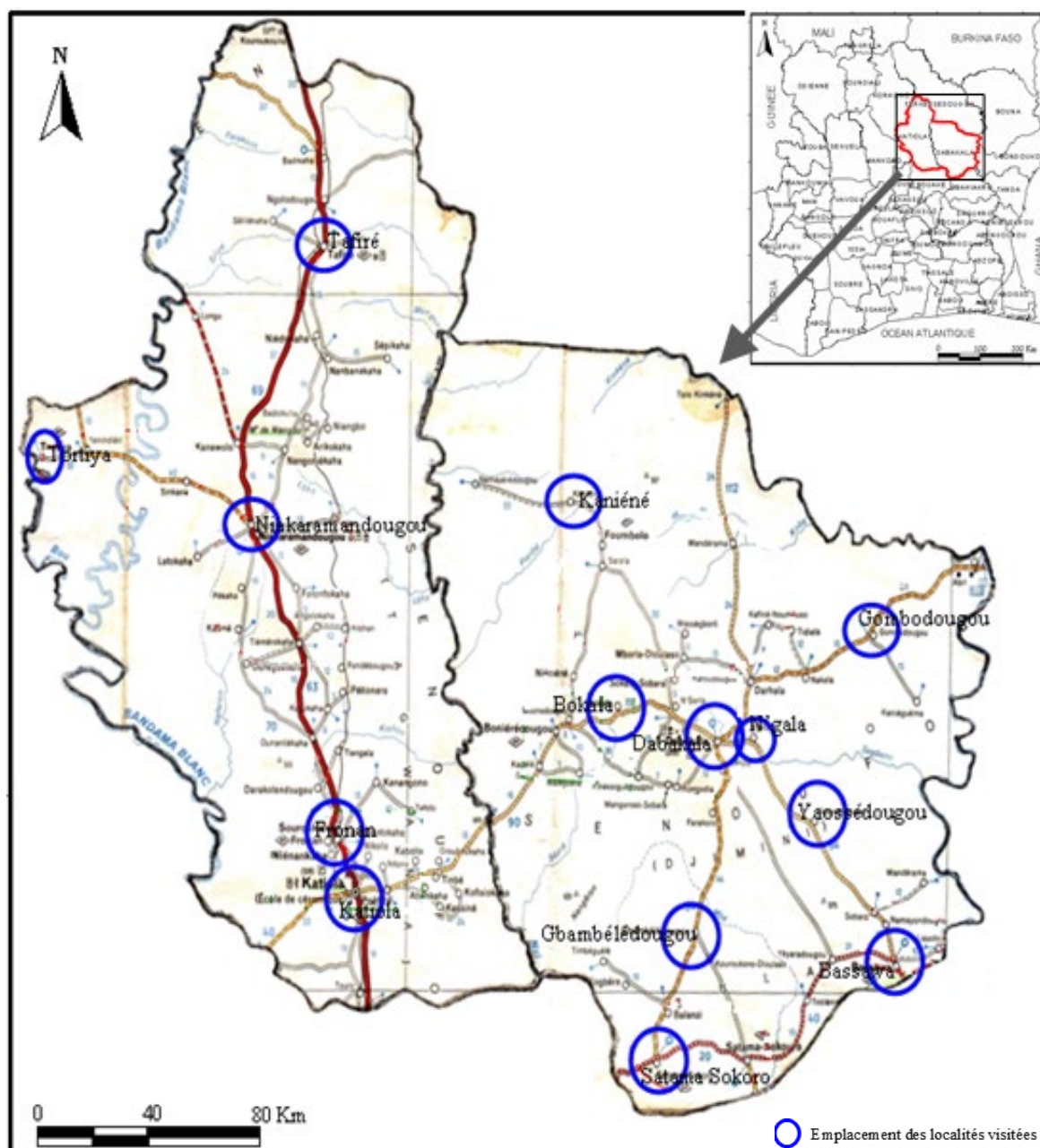


Figure 1 : Zone d'étude montrant les localités échantillonnées et enquêtées.

Résultats

Plantes et organes utilisés pour la fabrication des savons traditionnels

Au total, 33 espèces végétales, spontanées ou cultivées, sont utilisées dans les départements de Katiola et Dabakala pour fabriquer les savons noirs. Ces espèces se répartissent en 31 genres et 21 familles botaniques. Elles se présentent en deux catégories en fonction du type de matière première qui en est extrait. En effet, la fabrication du savon traditionnel nécessite deux

types de matière première indispensables : la matière grasse (huile, beurre) et la potasse, chacun provenant d'espèces et d'organes spécifiques.

Ainsi, sept espèces sont utilisées pour l'extraction de la matière grasse. Elles appartiennent à cinq genres et cinq familles (tableau 1). Les Arecaceae et les Euphorbiaceae sont les familles les plus utilisées avec deux espèces chacune. Les organes nécessaires sont essentiellement la graine et l'amande.

Tableau 1 : Plantes utilisées pour l'extraction de la matière grasse entrant dans la fabrication des savons traditionnels dans les départements de Katiola et Dabakala.

- : Aucun statut, LC : Préoccupation mineure, VU : Vulnérable, EN : En danger

Famille	Espèce	Partie de la plante utilisée	Niveau d'abondance locale (%)	Statut de conservation IUCN
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	Coprah (albumen)	66,67	-
	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	Pulpe, amande	73,85	LC
Clusiaceae	<i>Pentadesma butyracea</i> Sab.	Graine	33,33	LC
Euphorbiaceae	<i>Jatropha curcas</i> L.	Amande	100	EN
	<i>Ricinus communis</i> L.	Graine	100	-
Meliaceae	<i>Carapa procera</i> CD.	Graine	68,39	LC
Sapotaceae	<i>Vitellaria paradoxa</i> Gaertn.	Graine	90,28	VU

Par ailleurs, 28 espèces sont exploitées pour la fabrication de la potasse (tableau 2). Elles se répartissent en 26 genres et 19 familles. La famille la plus exploitée est celle des Mimosaceae avec 4 espèces. Divers organes sont prélevés sur ces plantes. Les tiges (tronc et branches) sont largement sollicitées.

Chez le fromager (*Ceiba pentandra*) par exemple, c'est l'intérieur du tronc, les contreforts et les fruits secs qui sont exploités. Les fruits et dérivés (cabosse, gousse, pulpe, peau) sont également employés. Chez *Amaranthus spinosus* et *Pupalia lappacea*, c'est toute la partie aérienne (tiges, feuilles, fruits) qui est prélevée.

Tableau 2 : Plantes utilisées pour la fabrication de la potasse entrant dans la fabrication des savons traditionnels dans les départements de Katiola et Dabakala.

- : Aucun statut, DD : Données insuffisantes, LC : Préoccupation mineure, VU : Vulnérable, EN : En danger

Famille	Espèce	Partie de la plante utilisée	Niveau d'abondance locale (%)	Statut de conservation IUCN
Amaranthaceae	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Partie aérienne	100	-
	<i>Pupalia lappacea</i> (L.) A.Juss.	Partie aérienne	100	-
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i> L.	Tige	100	LC
Araliaceae	<i>Cussonia arborea</i> Hochst.ex A. Rich.	Tige	95	LC
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	Pulpe charnue du fruit	66,67	-
Combretaceae	<i>Anogeissus leiocarpus</i> (DC.) Guill. et Perr.	Tige	100	-
	<i>Terminalia glaucescens</i> Planch. ex Benth.	Tige	100	LC
Euphorbiaceae	<i>Jatropha curcas</i> L.	Tige	100	EN
	<i>Manihot esculenta</i> Crantz.	Pelure du tubercule	100	DD
Fabaceae	<i>Acacia polyacantha</i> var. <i>campylacantha</i> (Hochst.) Roberty	Tige	100	-
	<i>Albizia ferruginea</i> (Guill. et Perr.) Benth.	Tige	100	VU
	<i>Albizia zygia</i> (CD.) J.F.Macbr.	Tige	100	LC
	<i>Berlinia grandiflora</i> (Vahl) Hutch. et Dalz.	Gousse (coque)	100	LC
	<i>Parkia biglobosa</i> (Jacq.) R.Br. ex G.Don	Tige	100	LC
	<i>Piliostigma thonningii</i> Milne Red.	Tige, fruit	100	-
	<i>Pterocarpus erinaceus</i> Poir.	Tige	66,67	EN
Lamiaceae	<i>Vitex doniana</i> Sweet.	Tige	100	LC
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Tronc (contrefort), coque	98	LC
	<i>Theobroma cacao</i> L.	Péricarpe des cabosses	0	-
Meliaceae	<i>Khaya senegalensis</i> (Desr.) A. Juss.	Tige	100	VU
Moraceae	<i>Ficus sur</i> Forssk.	Tige	100	-
	<i>Ficus exasperata</i> Vahl	Tige	100	LC
Musaceae	<i>Musa</i> spp.	Pelure du fruit	71,43	-
Poaceae	<i>Sorghum</i> spp.	Tige	100	-
Polygalaceae	<i>Securidaca longepedunculata</i> Fres.	Tige	100	-
Rubiaceae	<i>Coffea</i> spp.	Péricarpe du fruit	0	-
	<i>Gardenia ternifolia</i> Schum. et Thonn.	Tige	100	LC
Rutaceae	<i>Zanthoxylum zanthoxyloides</i> (Lam.) Zep. et Tim.	Tige	50	LC

Niveau de disponibilité et statut de conservation des plantes utilisées

En dehors de deux espèces absentes de la biodiversité locale (*Coffea* spp. et *Theobroma cacao*) et de sept espèces faiblement à moyennement représentées (*Pentadesma butyracea*, *Zanthoxylum zanthoxyloides*, *Cocos nucifera*, *Pterocarpus erinaceus*, *Carapa procera*, *Musa* spp. et *Elaeis guineensis*), la grande majorité (73%) des plantes utilisées pour la fabrication des savons traditionnels est estimée abondante dans le milieu de l'étude (tableaux 1 et 2).

Par ailleurs, selon leur statut de conservation, 20 espèces présentent un statut particulier (61%),

dont 14 sont à préoccupation mineure (43%). Cinq espèces sont menacées, dont trois Vulnérables (*Albizia ferruginea*, *Khaya senegalensis* et *Vitellaria paradoxa*) et deux En danger (*Jatropha curcas* et *Pterocarpus erinaceus*).

Principaux domaines d'usages des savons traditionnels d'origine végétale

Les savons traditionnels sont utilisés dans sept domaines : l'hygiène, la thérapie, la culture ou le mystique, le cosmétique et le commerce (tableau 3). Les principaux usages qu'en font les populations sont la toilette (79,08%), la thérapie traditionnelle (73,47%) et la lessive (63,77%).

Tableau 3 : Fréquences relatives des principaux types d'usages des savons traditionnels.

Domaine d'usage	Usage	Fréquence relative (%)
Hygiène	Toilette	79,08
	Lessive	63,77
	Vaisselle	17,86
Thérapie	Traitement de diverses affections	73,47
Culture ou mystique	Toilette mortuaire, toilette des veuves durant le veuvage (45 jours), des nouveaux nés, des filles excisées, des garçons circoncis, des nourrices, adoration (offrandes), protection (ou guérison) contre les maléfices et les envoûtements, préparation de médicaments mystiques	25
Cosmétique	Soins de la peau, des cheveux	4,59
Commerce	Vente sur le marché	4,08

Usages thérapeutiques des savons traditionnels

L'enquête a montré que les savons noirs sont utilisés pour guérir ou soulager plusieurs pathologies (tableau 4). Le Paludisme est la maladie la plus traitée, avec 55,49% de citations (figure 2). Les savons permettent de prévenir ou de guérir totalement la maladie.

Leur efficacité est aussi soulignée par 21,97% des informateurs contre les affections de la peau dont les plus connues sont les gales, les teignes, les démangeaisons, les boutons, la varicelle, les furoncles, les panaris, etc. Ils sont également utilisés pour soulager les troubles digestifs (7,51% de citations), la fatigue générale (5,78%), la migraine (3,47%), les fièvres (2,89%) et diverses autres affections (2,89%) telles que les plaies, la fontanelle, les enflures du corps. Les troubles digestifs traités sont les maux de ventre, les ulcères gastriques, les vers intestinaux, les hémorroïdes, la dysenterie et la constipation. Les savons noirs sont enfin employés pour traiter les gales chez les animaux domestiques tels que le chien.

Préférence des populations entre les savons traditionnels et industriels

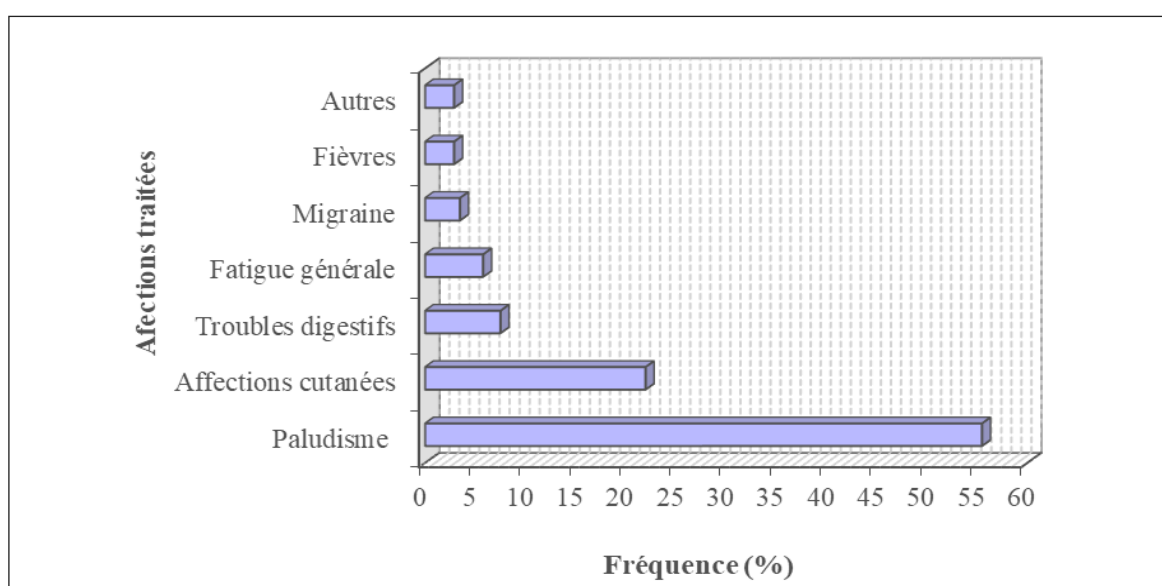
Dans l'ensemble, 47% des personnes enquêtées préfèrent le savon noir au savon industriel (figure 3). Ces personnes estiment que le savon noir présente beaucoup plus d'avantages.

La principale raison de sa préférence est son bénéfice thérapeutique (43,72%). Son caractère naturel et traditionnel (12,02%), son coût moins élevé (4,92%), sa mousse abondante (2,19%), son efficacité dans le nettoyage (2,19%) sont également des raisons qui justifient sa préférence au savon industriel (Figure 4).

Toutefois, quelques inconvénients sont déplorés par certains utilisateurs du savon traditionnel. En effet, ce savon est estimé trop mou et s'empâte facilement, il n'est souvent pas disponible sur le marché, il déteint quelquefois les habits lessivés. Sa fabrication est jugée trop difficile et complexe. Les morceaux vendus sont considérés de trop petite taille pour assurer durablement les nombreux besoins ménagers. Sa méconnaissance et son parfum peu agréable sont également décriés par certains informateurs.

Tableau 4 : Mode de traitement des maladies avec les savons noirs.

Indication thérapeutique	Pathologies	Mode de traitement
Affections de la peau	Plaies, blessures	Solution savonneuse tiède (ou froide) en nettoyage
	Panaris	Appliquer une bonne quantité du savon sur la partie infectée puis la poser régulièrement sur une pierre chauffée au feu
	Furoncles	
	Enflure du corps	Toilettes régulières On peut en appliquer sur le corps (comme de la pommade) avant ou après le bain ou associer à d'autres médicaments*.
	Boutons cutanés	
	Démangeaisons	
	Varicelle	
	Teigne	
	Gale	
	Peau sale	
Troubles digestifs	Ulcères gastriques	Solution savonneuse en lavements
	Maux de ventre	
	Constipation	
	Dysenterie	Morceau du savon en suppositoire ; on peut l'utiliser pour des lavements
Maladies diverses	Hémorroïdes	Solution savonneuse (tiède) en lavements ou en bain de siège + suppositoire avec du beurre de karité appliqué sur du coton
	Paludisme	Toilettes, seul ou associé à de la cendre tamisée ou à la décoction d'autres plantes* (très efficace pour la prévention et la guérison)
	Fatigue générale	Toilettes : bien se frotter avec une mousse abondante du savon
	Maux de tête	Bain de la tête
	Fontanelle	Application locale d'une pâte savonneuse ; parfois associé à d'autres médicaments*
	Fièvre typhoïde Fièvre jaune	Toilettes ; parfois associé à la décoction d'autres plantes*
Médico-magique	Envoutements	Toilettes quotidiennes (prévention ou guérison)
	Mauvais sorts	
	Maléfices	
Autres usages	Gales du chien	Toilette du chien ; parfois associé à d'autres plantes*
	Cheveux sales	Lavage régulier des cheveux au savon

**Figure 2 :** Fréquence de citations des affections traitées avec les savons traditionnels.

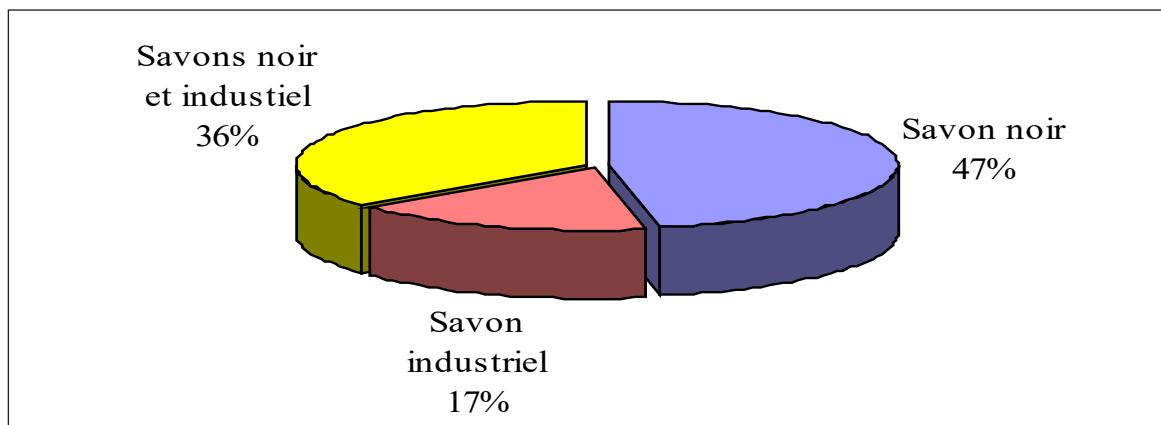


Figure 3 : Préférences des deux types de savon par les populations.

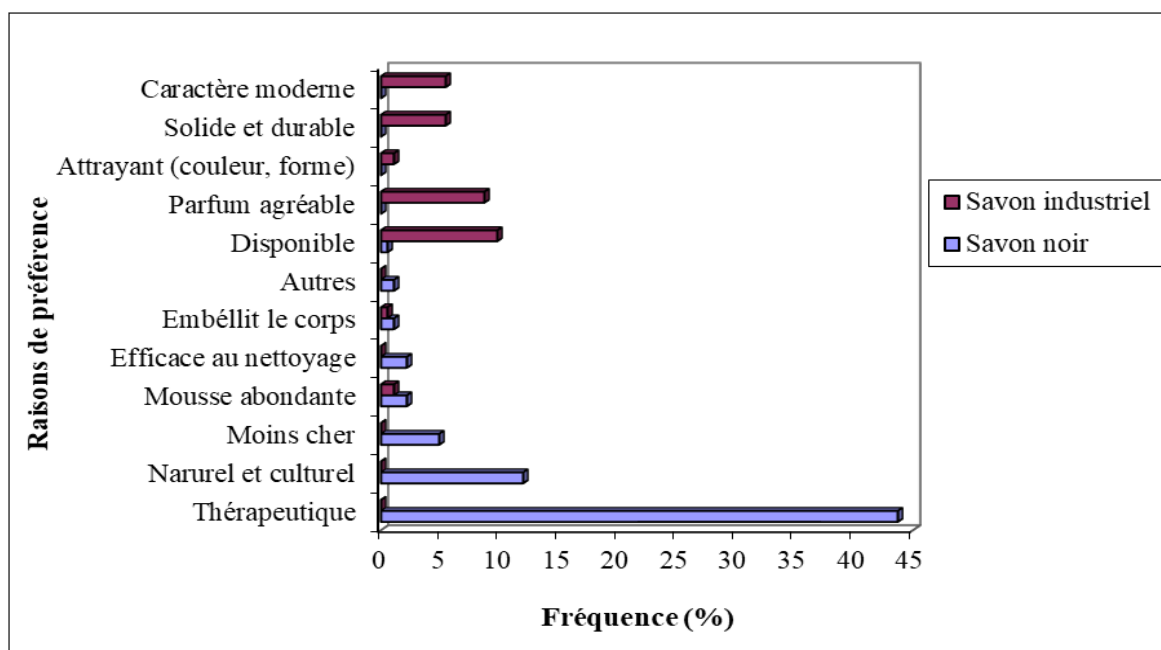


Figure 4 : Raisons de la préférence des deux types de savon par les populations.

Seuls 17% des enquêtés, les jeunes en général, préfèrent le savon industriel au savon noir. Diverses raisons sont avancées par ces personnes pour justifier leur choix : sa disponibilité (9,84%), son parfum agréable (8,74%), sa solidité et sa durabilité (5,46%), son caractère moderne (5,46%) ou encore son attrait par la couleur ou la forme (1,09%). Sa mousse abondante milite également en sa faveur (1,09%).

Enfin, 36% des informateurs n'ont pas de préférence particulière. Ces personnes apprécient les deux types de savon, chacun étant utile à des usages particuliers et non comparables. En effet, le savon noir est préconisé en cas de nécessité (thérapie, culture) tandis que le savon industriel est utilisé pour le ménage ordinaire (toilette, lessive, vaisselle).

Prix de vente des savons traditionnels

Le savon noir s'acquiert sur les marchés locaux, à des prix variables selon la masse, la qualité ou le volume apparent. Les stocks de savons sont limités sur les marchés, surtout dans le département de Dabakala, car la production est en recul dans la région. Les renseignements auprès des vendeuses ont révélé qu'une bonne partie des savons vendus provient des régions du Sud du pays telles que Divo, Lakota, Soubré où les matières premières seraient plus disponibles. Le savon noir n'est généralement fabriqué localement qu'en cas de nécessité (cérémonies culturelles, remède).

Le prix le plus pratiqué est 50 francs (CFA) avec une fréquence de citation de 51,17% (Tableau 5). Les savons vendus à ce prix pèsent en moyenne 40

g pour ceux issus d'huile de *Carapa procera* et 60 g pour les savons fabriqués à base de matière grasse extraite d'autres plantes oléagineuses, surtout du palmier à huile. Les prix de 100 francs et supérieurs ou égaux à 200 francs sont également pratiqués à des fréquences respectives de 27,42% et 7,69%, pour le savon de masse moyenne de 67 g et 100 g respectivement. Des prix plus élevés sont observés, mais ils ne concernent que le savon issu de *C. procera*. En revanche, seul le savon issu de matière grasse autre que l'huile de cette espèce est vendu au prix le plus bas, 25 francs, correspondant à une masse moyenne de 35 g. Seulement 13,71% des informateurs ont mentionné ce prix.

Par ailleurs, il est ressorti de l'enquête qu'à une époque plus reculée, le savon noir se vendait à

moins de 25 francs, c'est-à-dire à 5 francs et 10 francs. De nos jours, les prix peuvent atteindre jusqu'à 3000 francs CFA pour les pains de savon pouvant peser environ 1,5 kg (figure 5).

Tableau 5 : Prix de vente des morceaux de savon traditionnel en fonction de leur masse.

Prix (francs CFA)	Fréquence (%)	Masse moyenne (g) du savon issu de	
		<i>Carapa procera</i>	Autre espèce
25	13,71	-	35
50	51,17	40	60
100	27,42	67	-
≥ 200	7,69	> 100	-

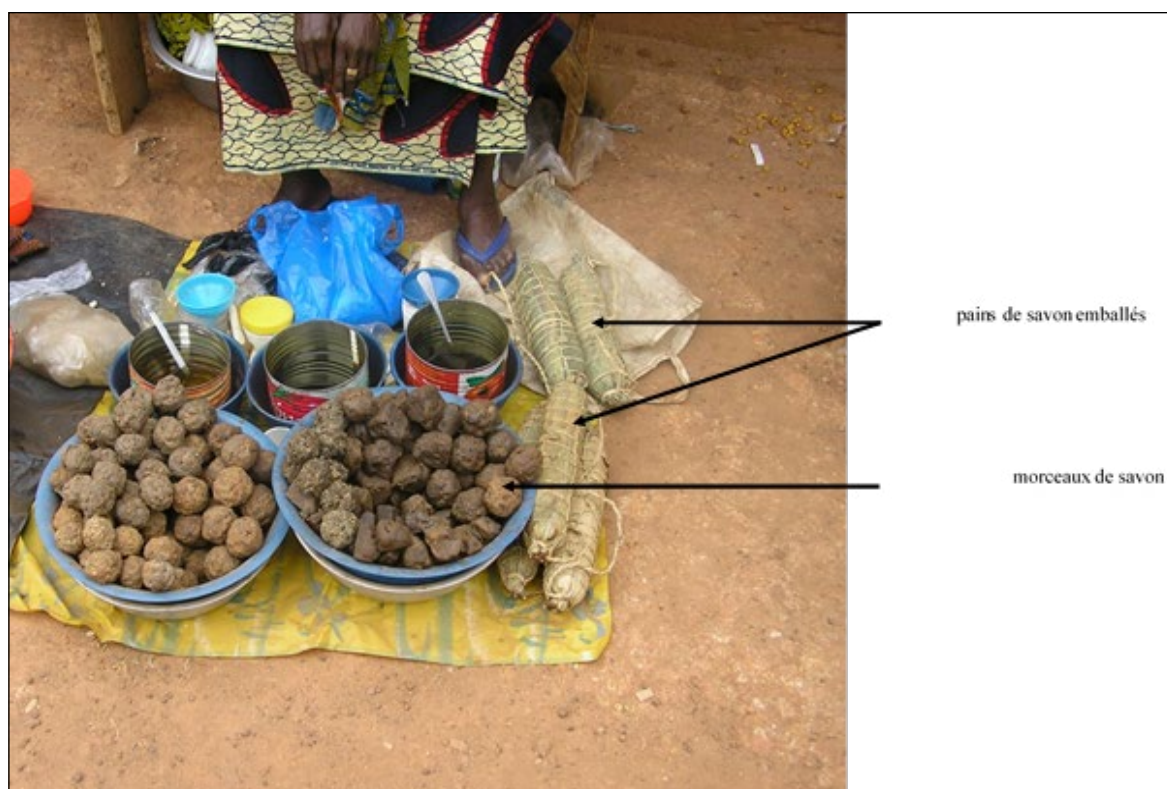


Figure 5 : Savons noirs à base d'huile de *Carapa procera* en vente sur le marché de Katiola. (Photo de COULIBALY Siendou).

Discussion

Des études précédentes ont permis de recenser les plantes utilisées pour la fabrication des savons traditionnels (Coulibaly *et al.*, 2012) et de connaître les procédés de fabrication de ces savons (Ouattara *et al.*, 2017). La présente étude visait essentiellement à apprécier leurs usages et leur commercialisation dans les départements de Katiola et Dabakala.

Nos résultats ont montré que les plantes utilisées pour la fabrication des savons traditionnels sont majoritairement disponibles localement. C'est la preuve que les populations ne se servent généralement que des ressources de leur environnement pour leur bien-être. La mention d'espèces actuellement absentes de la biodiversité locale, telles que *Theobroma cacao* et *Coffea* spp., peut être le fait d'une connaissance théorique acquise par les populations lors de leur exode vers les basse-côtes (le Sud) pour y travailler dans les plantations cacaoyères et caféières (Coulibaly, 2010). Cette connaissance peut également provenir d'une source très ancienne, puisque ces deux cultures étaient jadis pratiquées dans la partie sud de la zone d'étude.

Parmi les espèces utilisées pour la fabrication des savons traditionnels, cinq sont menacées dont trois Vulnérables et deux En danger, selon IUCN (2020). Ces espèces nécessitent une attention particulière pour leur conservation, singulièrement celles En danger : *Jatropha curcas* et *Pterocarpus erinaceus*. En effet, la présence d'espèces à statut particulier dans un milieu montre la valeur et l'importance de conservation des formations végétales où elles se trouvent (Tiébré *et al.*, 2016). Face aux menaces sur ces plantes dans la région, il devient urgent d'adopter une approche de gestion durable pour la sauvegarde et la préservation des espèces les plus exploitées (Coulibaly, 2010). Ainsi, la domestication de ces espèces ou leur maintien dans le domaine agricole pourrait être envisagé comme solutions.

Par ailleurs, le faible niveau de commercialisation du savon traditionnel sur les marchés locaux est dû essentiellement à la méconnaissance de ses avantages par une grande partie de la population, notamment les jeunes qui adoptent presque systématiquement les savons industriels qu'ils jugent plus modernes.

Par conséquent, le savon traditionnel d'origine végétale mérite une attention particulière de sorte à permettre sa valorisation auprès du grand public. En effet, selon Ambé (2001), une attention particulière doit être accordée aux produits

relativement peu consommés de nos jours, car ils sont certainement menacés de disparition plus ou moins rapide. Pour éviter la disparition de cette pratique ancestrale mais bénéfique encore de nos jours (la fabrication), car contribuant à l'hygiène et donc à la santé humaine, il est nécessaire de promouvoir le savon traditionnel.

Coulibaly (2010) a montré que le savon traditionnel fabriqué à partir de l'huile de *Carapa procera* est le plus prisé et aussi le plus onéreux. Cela laisse croire que le savon de cette plante serait de meilleure qualité et pourrait rassembler d'excellentes propriétés thérapeutiques et des pouvoirs surnaturels. D'ailleurs, c'est essentiellement ce savon qui est utilisé en médecine traditionnelle et pour des pratiques culturelles ou médico-magiques. Des investigations scientifiques pourraient permettre de vérifier l'efficacité de ce savon traditionnel contre certaines affections.

En ce qui concerne l'usage thérapeutique de certains savons traditionnels, surtout celui issu de *Carapa procera*, plusieurs affections sont traitées. Le savon est employé seul ou associé à d'autres préparations que, malheureusement, l'enquête n'a pas permis de toujours révéler, certains informateurs étant très défiant. Les tensions préélectorales (2009) pourraient expliquer cette réticence.

Le paludisme est l'affection la plus traitée avec le savon noir. Cela pourrait être dû à son efficacité dans la guérison de cette maladie. Avant l'arrivée de la médecine moderne en Afrique, les populations utilisaient les plantes médicinales et, certainement, les savons traditionnels qui en sont issus, pour le traitement de certaines affections. En effet, certaines plantes utilisées pour la fabrication des savons traditionnels ont montré leur efficacité contre certains agents infectieux lors de tests pharmacologiques. C'est le cas de *Anogeissus leiocarpus* et de *Terminalia glaucescens* qui se sont avérées très actives contre le parasite du paludisme, *Plasmodium falciparum* (Okpekon *et al.*, 2004). De plus, certaines personnes accordent à ces savons un caractère mystique.

Par ailleurs, il a été noté que le savon noir se vent sur le marché local, à des prix variables selon la masse, la qualité ou encore le volume apparent, les prix les plus pratiqués étant de 50 francs et 100 francs. Ces prix sont fixés assez bas certainement pour s'adapter au faible pouvoir d'achat des populations locales qui sont essentiellement agricoles. Cela leur offre la possibilité de s'en procurer plus aisément.

Conclusion

La présente étude a permis de relever les connaissances et pratiques des populations des départements de Katiola et Dabakala relatives à l'usage des savons traditionnels ou savons noirs et d'apprécier leur commercialisation sur le marché local. Il est ressorti que ces savons présentent des utilisations aussi bien hygiéniques (toilette, lessive, vaisselle), cosmétiques, thérapeutiques que culturelles. Le savon noir est préféré au savon industriel (moderne) surtout pour ses propriétés thérapeutiques. En effet, le savon noir est employé dans le traitement de maladies telles que le paludisme, les affections cutanées, la fatigue

générale, etc. Il est aussi fortement utilisé pour ses usages culturels. Il sert à la protection contre les maléfices. Le savon traditionnel est accessible à cause de son coût réduit. Sur le marché, les prix varient essentiellement de 25 à plus de 200 FCFA, mais, le savon est majoritairement vendu à 50 FCFA par morceau d'environ 40 g.

Ainsi, les savons traditionnels, dans la partie septentrionale de la Côte d'Ivoire, peuvent procurer de nombreux services aux populations locales. En effet, leur intérêt se situe conjointement au niveau culturel, de l'hygiène publique, de la cosmétique et du bien sanitaire des populations.

Remerciements

Les auteurs tiennent à exprimer leurs remerciements à l'ONG CASES (Centre d'Animation Sanitaire et

d'Études Sociales) pour son soutien financier et son appui technique. .

Références Bibliographiques

Adjanohoun É, Aké-Assi L. 1979. Contribution au recensement des plantes médicinales de Côte d'Ivoire. Centre National de Floristique, Abidjan, Côte d'Ivoire, 359 p.

Aké-Assi L. 2007. Préface. In : ONGs «Plante et Vie» et «Sahara» : Manuel d'exploitation durable des plantes médicinales. Revue d'Imprimerie Africaine (RIA), Abidjan : 7-8.

Aké-Assi L, Guinko S. 1991. Plantes utilisées dans la médecine traditionnelle en Afrique de l'Ouest. Edition Roche, Basel, Switzerland, 151 p.

Ambé G-A. 2001. Les fruits sauvages comestibles des savanes guinéennes de Côte d'Ivoire : état de la connaissance par une population locale, les Malinké. *Biotechnologie Agronomie Société Environnement*, 5 (1) : 43-58.

Atindehou K. 2001. Plantes médicinales. In : Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire (CSRS), Rapport d'activité 1999-2000, Abidjan, Côte d'Ivoire: 23-26.

Cotton CM. 1996. Ethnobotany: Principles and Applications. Chichester, UK: Wiley, 424 p.

Coulibaly S, Ouattara D, Konkon NG, Kagoyire

K, Kouakou TH. 2012. Spontaneous Plants Used in the Traditional Soap Making in Côte D'Ivoire. *International Journal of plant & Soil Science*, 1(1) : 16-29.

Coulibaly S. 2010. Utilisation des plantes pour la fabrication de savons dans les Départements de Katiola et Dabakala, en zone de savane soudanienne de Côte d'Ivoire. Mémoire de DEA en Botanique, Université de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire, 56 p.

Cronquist A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. *Columbia University Press*, New York, USA, 1262 p.

IUCN. 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-3, <https://www.iucnredlist.org>.

Malaisse F. 1997. Se nourrir en forêt claire africaine. Approche écologique et nutritionnelle. Gembloux, Belgique : Presses agronomiques de Gembloux ; Wageningen, Pays-Bas: CTA, 384 p.

Mehdioui R, Kahouadji A. 2007. Étude ethnobotanique auprès de la population riveraine de la forêt d'Amsittène : cas de la Commune d'Imi n'Tlit (Province d'Essaouira). *Bulletin de l'Institut Scientifique*, Rabat, Maroc, 29 : 11-20.

Okpekon T, Yolou S, Gleye C, Roblot F, Loiseau P, Bories C, Grellier P, Frappier F, Laurens A, Hocquemiller R. 2004. Antiparasitic activities of medicinal plants used in Ivory Coast. *Journal of Ethnopharmacology*, 90 (1) : 91-97.

Ouattara D, Coulibaly S, Koudegnan CM, Kamanzi K. 2017. Fabrication de savons traditionnels à base de plantes en zone de savane soudanienne de Côte d'Ivoire : état de la connaissance par les populations locales de Dabakala et de Katiola. *REB-PASRES*, 2(1) : 25-37.

Ouattara KA. 2007. Analyse technique et socio-économique d'une plantation de noix de cajou à Sokala Sobara, dans le Département de Dabakala. Rapport de stage de fin de première année agronomique, ESA,

INP-HB, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire, 41 p.

Ouattara TF. 1998. Côte d'Ivoire : Katiola, des origines à nos jours. ed. NEI, Abidjan, Côte d'Ivoire, 222 p.

Tiébré MS, Ouattara D, Vroh B, Gnagbo A, N'Guessan KÉ. 2016. Diversité floristique et disponibilité des plantes utilitaires en zone soudanienne de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 102(1) : 9699-9707.

Tra Bi FH. 1997. Utilisations des plantes, par l'homme, dans les forêts classées du Haut-Sassandra et de Scio, en Côte d'Ivoire. Thèse de doctorat de troisième cycle, UFR Biosciences, Université de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire, 215 p.

EFFETS DE LA DENSITÉ DE PLANTATION ET DU TYPE DE SEMENCES SUR LA CROISSANCE ET LE RENDEMENT EN FEUILLES DE *Lippia multiflora* Moldenke (Verbenaceae) EN CÔTE D'IVOIRE.

N'GUESSAN KA^{1*}, NANGAH KY¹, ALUI KA¹

RÉSUMÉ

La présente étude a été réalisée dans les localités de Toumodi et d'Azaguié, en vue d'identifier la densité de plantation qui favorise une bonne croissance et développement deux types de semences de *Lippia multiflora* et génère le rendement optimum en feuilles sèches. Dans cette perspective, cinq niveaux de densités (4444 ; 10000 ; 15625 ; 20000 et 40000 plants.ha⁻¹) correspondants respectivement aux espacements de 1,5 m x 1,5 m ; 1 m x 1 m ; 0,8 m x 0,8 m ; 0,5 m x 1 et 0,5 m x 0,5 m, ont été testées sur des plants issus de souches et de boutures de *Lippia multiflora*. Le dispositif expérimental comportait 20 parcelles élémentaires par matériel végétal et par site d'étude. En début d'expérimentation, l'on a évalué le taux de bourgeonnement et de survie des boutures en pépinière et les taux de reprise des plants des deux types de semence, 30 jours après plantation. Pendant la phase de culture, les variables mesurées ont été la hauteur des plants, le nombre de feuilles produites par plant et la biomasse foliaire sèche produite par plant. Les résultats obtenus indiquent que la densité de plantation, le matériel végétal et le site d'étude affectent significativement les paramètres de croissance et de rendement. Quels que soient le site d'étude et le matériel végétal, la biomasse foliaire individuelle produite diminue lorsque la densité de plantation augmente. À l'opposé, la production totale de biomasse par unité de surface croît avec la densité de plantation. L'optimum du rendement en feuilles sèches est atteint à la densité de 40000 plants.ha⁻¹. En définitive, les semences issues aussi bien de souches que de boutures peuvent être utilisées pour démarrer une culture de *Lippia multiflora*.

Mots clés : Densité de plantation, *Lippia multiflora*, Semences, Côte d'Ivoire.

EFFECT OF PLANTING DENSITY AND SEED TYPE ON LEAF GROWTH AND YIELD OF *Lippia multilora* Moldenke (Verbenaceae) IN CÔTE D'IVOIRE

ABSTRACT

This study was conducted in the communities of Toumodi and Azaguié to identify planting density that promotes good growth and development of two types of seeds of *Lippia multiflora* plants and generates optimum yield in dry leaves. From this perspective, five density levels (4,444; 10,000; 15,625; 20,000 and 40,000 plants.ha⁻¹) corresponding respectively to spacings of 1.5 m x 1.5 m; 1m x 1m; 0.8m x 0.8m; 0.5 m x 1 and 0.5 m x 0.5 m, were tested on plants from strains and cuttings of *Lippia multiflora*. The experimental device consisted of 20 elementary plots per plant material and study site. At the beginning of the experiment, the budding and survival rate of nursery cuttings and the rates of repossession of plants of both types of seeds were assessed 30 days after planting. During the growing phase, the measured variables were plant height, the number of leaves produced per plant, and dry leaf biomass produced per plant. The results indicate that planting density, plant material and study site significantly affect growth and yield parameters. Regardless of the study site and plant material, the individual leaf biomass produced decreases as planting density increases. In contrast, total biomass production per unit area increases with planting density. The optimum yield in dry leaves is reached at the density of 40,000 plants.ha⁻¹. Ultimately, seeds from both stumps and cuttings can be used to start a *Lippia multiflora* crop.

Key words : Planting density, *Lippia multiflora*, Seeds, Côte d'Ivoire.

¹ Université Péléforo Gon Coulibaly, UFR des Sciences Biologiques, Département Géosciences

*Auteur de correspondance : nguessanantoine1979@gmail.com

Introduction

Lippia multiflora Moldenke (Verbenaceae), encore appelé thé de Gambie, ou thé de savane, est une plante aromatique qui pousse spontanément et préférentiellement dans les zones de savanes de l'Afrique subtropicale (N'Guessan et Yao-Kouamé, 2010 ; N'Guessan *et al.*, 2010 et N'Guessan *et al.*, 2015). La plante est utile grâce à ses feuilles dont la tisane ou l'infusion peut être consommée comme thé ou sous forme de boisson chaude au petit déjeuner, au déjeuner et au dîner (Etou-Ossibi *et al.*, 2005 ; N'Guessan et Yao-Kouamé, 2010). La consommation des feuilles de *Lippia multiflora* facilite la digestion, permet une bonne relaxation (Abena *et al.*, 1998), lutte contre la constipation, l'hémorroïde et combat les affections du foie, les candidoses bucco-anales et digestives (Noamesi *et al.*, 1985). De plus, l'huile essentielle des feuilles de *Lippia multiflora* possède des propriétés antioxydantes (Agnaniet *et al.*, 2005), antihypertensives (Etou-Ossibi *et al.*, 2005 ; Oussou *et al.*, 2008) bactéricides et anti-diarrhéiques (Oussou *et al.*, 2008). Ces huiles sont également utilisées comme adjuvants cosmétiques,

dans les shampooings et possèdent des propriétés pesticides (Bassole *et al.*, 2003 ; Kunle *et al.*, 2003). L'importance alimentaire, biomédicale et pharmacologique de *Lippia multiflora* a également été rapportée (Oussou *et al.* 2008 ; Ekissi *et al.* 2011). Aujourd'hui, des feuilles sèches sont vendues sur les marchés en Côte d'Ivoire, y compris dans quelques grandes surfaces à Abidjan et exportées vers des pays étrangers (N'Guessan et Yao-Kouamé, 2010). Malgré ce gros potentiel, *Lippia multiflora* demeure encore une plante sauvage. En Côte d'Ivoire, très peu de recherches ont été menées au niveau agronomique sur le développement des techniques culturales appropriées, notamment la définition de la densité de plantation, dans la perspective de promouvoir et de vulgariser sa culture en milieu rural. C'est pourquoi, cette étude a été initiée pour évaluer les paramètres de croissance et le rendement de deux types de semences de *L. multiflora* suivant cinq niveaux de densités de plantation en vue de déterminer l'écartement optimum et la semence qui permet d'obtenir le meilleur rendement en biomasse foliaire sèche.

Matériel et Méthodes

Sites d'étude

Le présent travail a été exécuté sur deux parcelles expérimentales dont l'une est située dans la localité d'Azaguié, au sud de la Côte d'Ivoire, et l'autre sur la station de recherche de Blé, dans le Département de Toumodi, en zone de savane humide. Ces deux localités sont caractérisées par une pluviométrie bimodale avec quatre saisons bien marquées dont deux saisons de pluies intercalées par deux saisons sèches. Généralement, il y a une petite saison sèche en août et une grande saison sèche entre décembre et mars. Les mois de février, mars et avril sont généralement les plus chauds. Sur le site de Blé (Toumodi), la végétation est dominée par une savane arborée à forte densité arbustive et des îlots forestiers par endroits ainsi que des galeries forestières le long des cours d'eau. Le relief un peu accidenté, est dominé par des collines dont les plus importantes atteignent 449 m d'altitude. Selon Avenard (1971), on y rencontre essentiellement des sols ferrallitiques (ferralsols), de sols hydromorphes (gleysols) et de sols bruns (cambisols). Le milieu naturel de la zone d'étude est caractérisé par une savane herbeuse parsemée d'arbustes et reposant

sur un sol ferralitique. À Azaguié, le paysage est composé essentiellement de recrûs de forêt, de plantations diverses et de fermes avicoles. À cela s'ajoute la forêt classée de Yapo-Abbé, située au Nord, entre la sous-préfecture d'Azaguié et celle d'Agboville. Les essais ont été installés au tiers moyen du bas de versant d'un paysage de plateau avec une pente faible estimée à environ 2 %. La végétation naturelle est une forêt secondaire composée d'arbustes. Le sol est de type ferrallitique ou Ferralsol fortement désaturé, développé sur schistes birimiens à filons de quartzites ; ce qui lui confère un caractère graveleux riche en graviers et en sables grossiers (CPCS, 1967 ; FAO, 2008 ; Tamia *et al.*, 1999).

Dispositif expérimental

Deux types de semences de *Lippia multiflora* issus, l'un de rejets de souches, et l'autre de boutures ont été comparés suivant cinq densités de plantation, à savoir : D_1 : 4.444 plants.ha⁻¹ (1,5 m x 1,5 m) ; D_2 : 10.000 plants.ha⁻¹ (1 m x 1 m) ; D_3 : 15.625 plants.ha⁻¹ (0,8 m x 0,8 m) ; D_4 : 20.000 plants.ha⁻¹ (0,5 m

x 1 m) et D_5 : 40.000 plants.ha⁻¹ (0,5 m x 0,5 m). Les traitements ont été disposés en blocs complets randomisés, ou dispositif de Fisher, avec quatre répétitions. La superficie totale de l'essai a été de 0,25 ha. Sur chaque site, le terrain a été subdivisé en 40 parcelles élémentaires de 16 m², réparties en quatre blocs de 10 traitements. Ces parcelles ont été séparées entre elles par une bande de terrain nu de 3 m, régulièrement sarclée. Le dispositif comporte 20 parcelles élémentaires par matériel végétal et par site d'étude. Avant la transplantation des plants et pendant l'essai, aucune application d'engrais ni de fumier n'a été effectuée sur l'ensemble des parcelles élémentaires. Pendant le déroulement de l'étude, les parcelles ont été entretenues par un sarclage régulier.

Collecte des données

Sur chacun des deux sites d'étude, le suivi de la croissance en hauteur et du développement des

plants sur les parcelles élémentaires a été effectué pendant 5 mois consécutifs, puis 10 mois, après la plantation. Durant les cinq premiers mois, les observations ont été faites tous les 30 jours (30 ; 60 ; 90 ; 120 et 150 jours après plantation) sur 9 plants choisis au hasard par parcelle élémentaire, soit 36 plants par traitement (figure 1). Des paramètres de croissance et de développement décrits par Amaglo *et al.*, (2006), Taffouo *et al.* (2008), Elattir *et al.* (2009) et N'Guessan *et al.* (2010) dans le cas d'études semblables, ont été utilisés pour caractériser le comportement végétatif des plants issus des deux types de semences de *Lippia multiflora*. En effet, l'on a évalué le taux de bourgeonnement et de survie des boutures (Ts) en pépinière et les taux de reprise des plants des deux types de semence, 30 jours après plantation. Pendant la phase de culture, les variables mesurées ont été la hauteur des plants, le nombre de feuilles produites par plant et la biomasse foliaire sèche produite par plant.

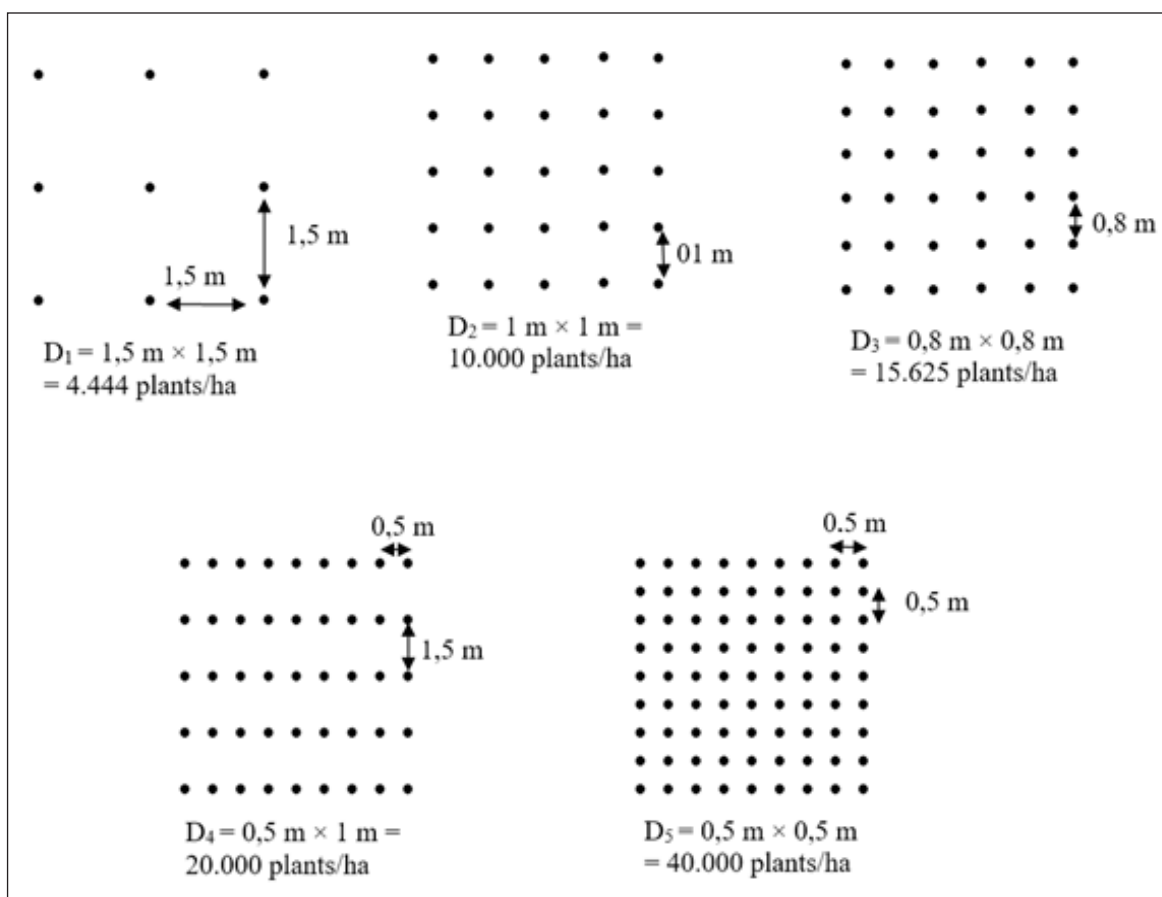


Figure 1 : Distribution des plants de chacun des deux types de semences de *Lippia multiflora* sur les différentes parcelles élémentaires en fonction de la densité de plantation.

Analyse des données

La comparaison des moyennes pour chaque paramètre étudié, suivant la densité de plantation et le type de semence aux dates de mesure a démarré par l'analyse de la variance (ANOVA) au

seuil de probabilité 5 %. Lorsqu'un effet significatif est noté entre les différents facteurs pour un paramètre donné, le test de la plus petite différence significative (ppds) a été réalisé par la méthode de TUKEY. Tous ces tests statistiques ont été effectués à l'aide du logiciel STATISTICA 7.1.

Résultats

Taux de bourgeonnement et de survie des boutures en pépinière

Lorsque les boutures provenant de tiges de *Lippia multiflora* sont repiquées dans les sachets, elles amorcent le bourgeonnement à partir du 2^e jour de pépinière pour atteindre l'optimum au bout de sept jours (figure 2). À cette date, l'on a pu observer que 83,6 % et 89,3 % de cellules méristématiques se sont indifférenciées sur les boutures de *Lippia multiflora*, respectivement, sur la pépinière d'Azaguié et sur celle de la station de recherche de Blé. À partir

de cette date et jusqu'au vingt cinquième jour de pépinière, certains bourgeons dégénèrent rapidement, et cela affecte la survie des boutures correspondantes. Pendant ce temps, les bourgeons ayant survécu amorcent la différenciation de l'ébauche des premières feuilles du plant fils sur les boutures. Au total, sur 2500 fragments de boutures repiqués en sachets, seulement 34,02 % et 37,20 % ont pu reproduire des plants fils, respectivement, à Azaguié et à Blé. Cela représente un taux de mortalité, respectivement, de 65,98 % et de 62,8 %.

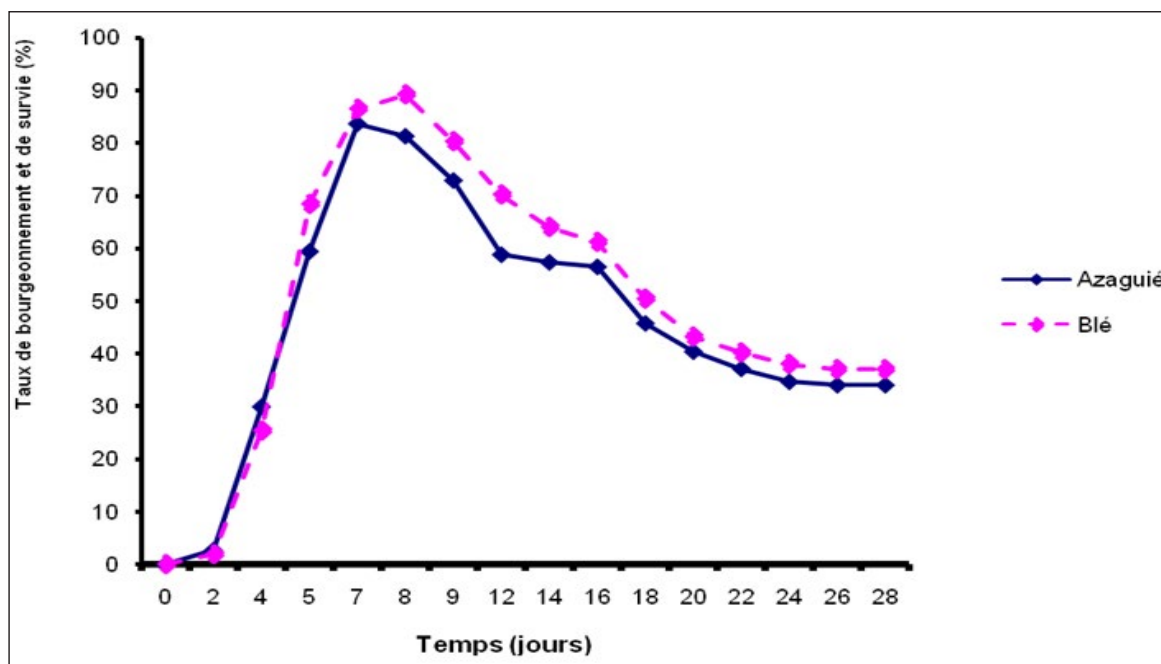


Figure 2 : Taux de bourgeonnement et de survie des boutures de *Lippia multiflora* en pépinière en fonction du temps

Taux de reprise végétative, 30 jours après transplantation

Les taux de reprise végétative des plants sur le terrain, 30 jours après transplantation, sont de $98,27 \pm 0,52$ % et $97,52 \pm 0,71$ % pour les plants issus de boutures et de $90,90 \pm 1,32$ % et $89,31 \pm 1,37$ % pour ceux issus de rejets de souches de *Lippia multiflora*,

respectivement, sur les parcelles expérimentales d'Azaguié et de Blé (figure 3). Aucune différence significative n'a été observée pour ce paramètre entre les plants du même type de matériel végétal. Mais, le niveau de reprise végétative est plus élevé chez les plants issus de boutures que chez ceux issus de rejets de souches de *Lippia multiflora*.

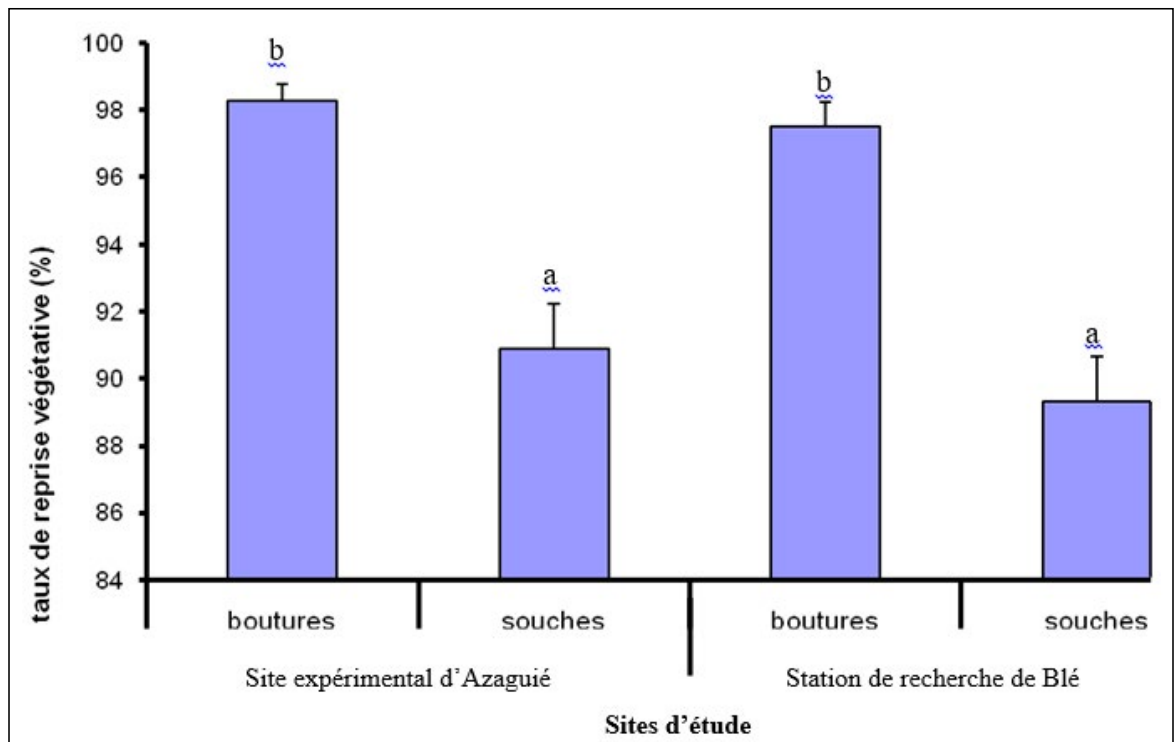


Figure 3 : Taux de reprise végétative des plants des deux types de semences en fonction du site d'étude, 30 jours après transplantation.

Effets de la densité de plantation et du matériel végétal sur les paramètres de croissance.

Les tableaux 1, 2 et 3 présentent, respectivement, les valeurs moyennes de la hauteur, du nombre de feuilles produites et de la biomasse foliaire sèche individuelles au cours de la croissance des plants issus de rejets de souches et de boutures de *Lippia multiflora*. Ces tableaux révèlent que la densité de plantation et le type de matériel végétal affectent significativement l'ensemble de ces paramètres ($p < 0,05$). L'observation des données montrent également que les valeurs moyennes de ces paramètres augmentent avec le temps et avec la densité de plantation, en mettant en évidence des différences significatives à partir de 60 jours après plantation. Pour la croissance en hauteur, l'analyse statistique a révélé un effet hautement significatif de la densité et du type de matériel végétal sur les plants du site expérimental d'Azaguié. En effet, les plants croissent davantage en hauteur lorsque la densité de plantation augmente. Les résultats montrent que les plants issus de boutures plantés à fortes densités (40000 plants.ha⁻¹ et 20000 plants.ha⁻¹) ont les plus forts accroissements, 60 jours après plantation (Tableau 1). Ils sont suivis par les plants cultivés aux densités 15625 et 10000 plants.ha⁻¹, puis de ceux cultivés à faible densité de 4444 plants.ha⁻¹. Au-delà de ce stade de croissance, jusqu'à 90 jours après plantation, les plants cultivés à fortes densités (20000 et 40000 plants.ha⁻¹) croissent plus vite en

hauteur, suivis de ceux plantés aux densités 15625 et 10000 plants.ha⁻¹ et à faible densité (4444 plants.ha⁻¹). A partir de 90 jours après plantation, les plants cultivés à la densité 15625 plants.ha⁻¹ s'allongent rapidement en hauteur et rattrapent ceux des fortes densités (20000 et 40000 plants.ha⁻¹). Au bout de 150 jours de plantation, la hauteur maximale a été observée au niveau des plants cultivés aux densités élevées (40000 plants.ha⁻¹ et 20000 plants.ha⁻¹), suivis de ceux du traitement de densités moyennes (15625 plants.ha⁻¹). Ce résultat est identique à celui observé, 10 jours après la plantation. Chez les plants issus de souches, la densité n'a pas eu d'effet marqué sur la hauteur des plants, 60 jours après plantation (tableau 1). Dans les traitements ayant les plus fortes densités de plantation, on observe une augmentation significative de la hauteur des plants, 90 jours après plantation. À cette date, la hauteur maximale a été enregistrée au niveau des plants des traitements de densité 15625 ; 20000 et 40000 plants.ha⁻¹. Ceux-ci évoluent de la même manière jusqu'à 150 jours après plantation. En définitive, 300 jours après plantation, la hauteur maximale a été enregistrée au niveau des plants du traitement de forte densité (20000 plants.ha⁻¹ et 40000 plants.ha⁻¹) suivis des plants du traitement de moyenne densité (15625 plants.ha⁻¹) et de ceux des faibles densités (10000 plants.ha⁻¹ et 4444 plants.ha⁻¹). En revanche, sur la station de recherche de Blé, aucun effet significatif n'a été décelé, à une même date de mesure, ni pour le type de matériel

végétal, ni pour la densité de plantation (tableau 1). Néanmoins, les plants issus de boutures évoluent relativement plus vite que ceux issus de souches de *Lippia multiflora*. L'analyse des données contenues dans le tableau 1 révèle une différence significative entre les hauteurs des plants observées sur les deux sites d'études. Il ressort de ce tableau que les plants cultivés sur le site expérimental d'Azaguié évoluent plus vite en hauteur (à toutes les dates de mesure) que ceux cultivés sur la station de recherche de Blé. Au contraire, l'augmentation de la densité de plantation réduit significativement le nombre de feuilles produites par plant et la biomasse foliaire sèche par plant. Sur le site expérimental d'Azaguié, le nombre de feuilles produites par plant est inversement proportionnel à la densité de plantation. En effet, chez les plants issus de boutures, la production individuelle de feuilles est plus importante au niveau des plants des traitements de faibles densités (4444 et 10000 plants.ha⁻¹) et de moyenne densité (15625 plants.ha⁻¹), par rapport aux plants du traitement de forte densité (40000 plants.ha⁻¹), 60 jours après plantation. A cette même date, il n'y a aucune différence significative pour ce paramètre entre les plants du traitement de densités 4444 plants.ha⁻¹ et ceux de la moyenne densité (20000 plants.ha⁻¹). En revanche, au niveau des plants issus de souches, pour les cinq densités testées, la production individuelle de feuilles reste invariable jusqu'à 60 jours après plantation. De 60 à 120 jours après plantation, le nombre de feuilles produites par plants du traitement de densité 15.625 plants ha⁻¹ évolue rapidement pour rattraper les plants des traitements de densité 4444 et 20000 plants.ha⁻¹. En définitive, 300 jours après plantation, la production individuelle de feuilles des deux types de matériel végétal est plus importante au niveau des plants du traitement de faible densité (4444 et 10000 plants.ha⁻¹), suivie par ceux des traitements de densité 15625 ; 20000 plants.ha⁻¹, puis de la forte densité (40000 plants.ha⁻¹). Sur la station de recherche de Blé et à une même date de mesure, l'analyse statistique n'a révélé aucun effet du type de matériel végétal et la densité de plantation pour la production de feuilles par plant ou la biomasse foliaire sèche par plant. Pendant cette période, les feuilles produites et la biomasse foliaire sèche correspondantes restent identiques au niveau des plants issus des deux types de matériel végétal suivant les traitements. Au-delà de ce stade de croissance, la densité de plantation a eu un effet significatif sur la production individuelle de feuilles, 150 jours après plantation. A cette date, chez les plants issus des deux types de matériel végétal, la production individuelle de feuilles est plus importante au niveau des plants de la faible densité (4.444 plants.ha⁻¹), suivie de ceux

des densités 10.000, 15.625 plants.ha⁻¹ et 20.000 plants.ha⁻¹, et de la forte densité (40.000 plants.ha⁻¹). Aucun effet marqué n'a été décelé pour les plants des deux sites d'étude pour la production individuelle de feuilles pendant la période allant de 150 à 300 jours après plantation. Sur les deux sites d'étude, la comparaison entre matériel végétal révèle que les plants issus de souches produisent davantage de feuilles que ceux issus de boutures.

Effet de la densité de plantation sur le rendement (t/ha) en feuilles sèches

La densité de plantation influence la biomasse foliaire sèche à l'hectare pour chacun des deux types de matériel végétal, quel que soit le site d'étude (tableau 4). En effet, le rendement croît avec le temps et la densité de plantation. Sur le site expérimental d'Azaguié, la densité de plantation a exercé un effet marqué sur le rendement en feuilles sèches des deux types de matériel végétal, dès le stade 30 jours après plantation. À cette date, les valeurs moyennes du rendement sont plus importantes au niveau des traitements de fortes densités que pour ceux des faibles densités. Aucune différence significative n'a été décelée pour ce paramètre entre matériel végétal. À chacune des dates de mesure allant de la période de 30 à 300 jours après plantation, le rendement en feuilles sèches est significativement plus élevé au niveau des traitements de forte densité (40000 et 20000 plants.ha⁻¹). Ils sont suivis du traitement de moyenne densité 15625 plants.ha⁻¹ et de ceux des faibles densités (10000 plants.ha⁻¹ et 4444 plants.ha⁻¹). L'analyse statistique n'a pas révélé de différence significative entre matériel végétal pour le rendement en feuilles sèches, 300 jours après plantation (figure 44). Sur ce site, les valeurs optimales du rendement pour les deux types de matériel végétal sont atteintes au niveau de la densité 40000 plants.ha⁻¹ au bout des 10 mois de culture. A cette date, aucune distinction n'a pu être établie pour le rendement entre les densités 40000 plants.ha⁻¹, 20000 plants.ha⁻¹ et 15625 plants.ha⁻¹. Sur la station de recherche de Blé, l'effet de la densité s'est exprimé sur le rendement à partir de 90 jours après plantation. Comme sur le site d'Azaguié, les rendements les plus élevés ont été obtenus pour chacune des dates de mesure, au niveau des traitements de forte densité (40000 et 20000 plants.ha⁻¹), tandis que les rendements les plus faibles ont été enregistrés au niveau des traitements de faible densité (10000 plants.ha⁻¹ et 4444 plants.ha⁻¹). Au bout de 10 mois de culture, la valeur optimale du rendement est également atteinte, au niveau du traitement de forte densité (40000 plants.ha⁻¹). En revanche, le matériel végétal n'a pas eu d'effet sur le rendement.

Tableau 1 : Effet de la densité de plantation, du site d'étude et du matériel végétal sur la croissance en hauteur (cm).

Densités (plants.ha ⁻¹)	Sites/ MV	Dates de mesure (jours)					
		30	60	90	120	150	300
40000	pBSa	68,28 ± 2,41 ^b	103,17 ± 4,04 ^d	134,47 ± 4,11 ^f	173,83 ± 4,80 ^d	192,92 ± 6,08 ^d	311,88 ± 6,16 ^d
	pSSa	28,56 ± 0,79 ^a	65,17 ± 2,12 ^b	100,58 ± 3,46 ^c	139,64 ± 7,09 ^c	189,94 ± 8,56 ^{dc}	281,05 ± 8,22 ^{dc}
	pBSt	-	22,97 ± 1,11 ^a	39,54 ± 1,79 ^a	71,68 ± 2,99 ^a	92,20 ± 4,29 ^a	189,02 ± 3,73 ^a
	pSSt	-	21,72 ± 1,08 ^a	36,93 ± 1,69 ^a	61,38 ± 2,93 ^a	81,55 ± 4,11 ^a	192,50 ± 5,63 ^a
20000	pBSa	69,41 ± 3,56 ^b	100,53 ± 4,23 ^d	126,36 ± 5,56 ^{fe}	166,81 ± 5,92 ^d	198,0 ± 7,49 ^d	298,25 ± 10,04 ^{dc}
	pSSa	27,94 ± 0,83 ^a	66,67 ± 1,28 ^b	97,06 ± 4,01 ^{bc}	134,42 ± 4,04 ^c	165,33 ± 6,25 ^{bc}	270,73 ± 8,40 ^{dc}
	pBSt	-	21,50 ± 1,05 ^a	39,38 ± 2,20 ^a	75,31 ± 2,79 ^a	91,17 ± 3,13 ^a	180,75 ± 6,09 ^a
	pSSt	-	20,23 ± 1,54 ^a	35,63 ± 1,69 ^a	64,19 ± 2,99 ^a	87,17 ± 3,73 ^a	185,43 ± 5,76 ^a
15625	pBSa	65,93 ± 3,60 ^b	89,36 ± 5,14 ^c	118,72 ± 5,10 ^{fe}	157,94 ± 6,47 ^{cd}	194,03 ± 7,58 ^d	299,02 ± 10,32 ^{dc}
	pSSa	29,19 ± 1,24 ^a	65,44 ± 1,60 ^b	99,75 ± 2,99 ^c	130,97 ± 4,27 ^c	161,39 ± 4,80 ^{bc}	258,45 ± 6,08 ^b
	pBSt	-	19,00 ± 0,81 ^a	37,17 ± 1,51 ^a	66,85 ± 3,02 ^a	91,72 ± 3,88 ^a	181,22 ± 6,25 ^a
	pSSt	-	18,17 ± 1,20 ^a	32,58 ± 1,55 ^a	55,04 ± 2,20 ^a	77,82 ± 2,83 ^a	177,02 ± 4,17 ^a
10000	pBSa	67,00 ± 3,06 ^b	93,97 ± 4,43 ^{cd}	111,58 ± 6,07 ^{de}	141,47 ± 6,55 ^c	180,00 ± 8,54 ^d	298,52 ± 10,17 ^{dc}
	pSSa	29,50 ± 1,27 ^a	65,97 ± 1,68 ^b	89,92 ± 2,47 ^{bc}	124,86 ± 4,25 ^c	163,42 ± 14,58 ^{bc}	253,79 ± 11,11 ^b
	pBSt	-	17,77 ± 0,82 ^a	35,22 ± 1,41 ^a	64,69 ± 3,13 ^a	88,22 ± 4,91 ^a	180,92 ± 6,16 ^a
	pSSt	-	15,06 ± 0,82 ^a	31,97 ± 1,38 ^a	55,44 ± 2,66 ^a	70,42 ± 3,93 ^a	173,83 ± 7,61 ^a
4444	pBSa	66,24 ± 3,67 ^b	81,42 ± 4,24 ^c	101,61 ± 4,67 ^d	140,72 ± 8,13 ^c	161,08 ± 8,37 ^{bc}	262,49 ± 9,25 ^{bc}
	pSSa	28,31 ± 1,19 ^a	54,33 ± 1,89 ^b	81,14 ± 3,13 ^b	107,97 ± 4,94 ^b	140,94 ± 4,09 ^b	238,75 ± 8,95 ^b
	pBSt	-	15,25 ± 0,95 ^a	30,26 ± 1,69 ^a	53,08 ± 3,26 ^a	75,73 ± 4,20 ^a	159,09 ± 5,61 ^a
	pSSt	-	13,18 ± 1,09 ^a	31,37 ± 1,72 ^a	54,81 ± 3,64 ^a	77,69 ± 5,03 ^a	163,53 ± 6,13 ^a
ANOVA							
F		69,18**	175,94**	137,23**	88,53**	58,17**	50,53**
P		0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

Dans une même colonne, les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes à P < 0,01. MV : matériel végétal ; pBSa : plants issus de boutures cultivés sur sol d'Azaguié ; pSSa : plants issus de souches cultivés sur sol d'Azaguié ; pBSt : plants issus de boutures cultivés sur sol de Toumodi ; pSSt : plants issus de souches cultivés sur sol de Toumodi. **: hautement significatif.

Tableau 2 : Effets de la densité de plantation, du site d'étude et du matériel végétal sur la production individuelle de feuilles.

Densités (plants.ha ⁻¹)	Sites/MV	Dates de mesure (jours)					
		30	60	90	120	150	300
40000	pBSa	32,67 ± 3,66 ^a	101,69 ± 9,66 ^b	104,39 ± 5,65 ^{ab}	139,00 ± 13,47 ^a	138,86 ± 12,82 ^{ab}	873,68 ± 93,91 ^{ab}
	pSSa	85,42 ± 3,92 ^b	166,92 ± 6,56 ^{bc}	175,11 ± 17,66 ^{bc}	200,00 ± 12,51 ^c	234,17 ± 10,09 ^b	933,78 ± 101,84 ^{ab}
	pBSt	-	32,75 ± 2,32 ^a	68,36 ± 4,37 ^a	111,75 ± 7,06 ^a	120,25 ± 10,30 ^a	516,97 ± 55,57 ^a
	pSSt	-	43,60 ± 2,96 ^a	61,36 ± 4,92 ^a	121,89 ± 11,78 ^a	146,19 ± 13,68 ^{ab}	614,33 ± 66,99 ^{ab}
20000	pBSa	34,58 ± 2,61 ^a	141,47 ± 10,26 ^b	189,92 ± 17,49 ^c	197,28 ± 13,43 ^b	234,14 ± 36,47 ^b	1129,72 ± 130,58 ^{bc}
	pSSa	88,89 ± 3,38 ^b	173,72 ± 17,09 ^{bc}	216,42 ± 9,59 ^c	233,61 ± 11,41 ^c	265,69 ± 19,38 ^{bc}	1235,17 ± 181,93 ^{bc}
	pBSt	-	38,94 ± 2,57 ^a	55,72 ± 4,02 ^a	140,08 ± 12,39 ^a	134,42 ± 10,01 ^{ab}	668,47 ± 77,27 ^{ab}
	pSSt	-	43,87 ± 3,41 ^a	65,36 ± 5,41 ^a	147,36 ± 11,89 ^a	162,25 ± 10,45 ^{ab}	812,61 ± 119,69 ^{ab}
15625	pBSa	31,44 ± 2,49 ^a	114,03 ± 7,89 ^b	149,81 ± 13,22 ^b	180,31 ± 12,86 ^{ab}	201,92 ± 16,31 ^b	1192,34 ± 161,73 ^{bc}
	pSSa	91,39 ± 3,14 ^b	180,78 ± 9,98 ^c	220,50 ± 12,07 ^c	229,31 ± 10,32 ^c	257,72 ± 21,42 ^c	1322,48 ± 143,06 ^c
	pBSt	-	39,81 ± 2,58 ^a	66,22 ± 4,99 ^a	147,97 ± 17,78 ^a	168,42 ± 12,10 ^{ab}	705,53 ± 95,70 ^{ab}
	pSSt	-	48,64 ± 4,56 ^a	73,39 ± 7,78 ^a	167,61 ± 15,73 ^a	164,61 ± 11,50 ^{ab}	870,05 ± 94,12 ^{ab}
10000	pBSa	27,58 ± 2,68 ^a	126,56 ± 12,41 ^b	157,19 ± 13,07 ^b	168,36 ± 12,54 ^{ab}	168,64 ± 10,44 ^{ab}	1247,36 ± 127,51 ^{bc}
	pSSa	80,92 ± 4,04 ^b	190,19 ± 9,29 ^c	219,78 ± 11,46 ^c	240,22 ± 8,53 ^c	269,56 ± 11,87 ^c	1384,13 ± 170,87 ^c
	pBSt	-	35,47 ± 2,88 ^a	75,75 ± 5,20 ^a	135,39 ± 9,81 ^a	172,19 ± 16,93 ^{ab}	738,08 ± 75,45 ^{ab}
	pSSt	-	37,94 ± 2,44 ^a	66,17 ± 5,07 ^a	142,58 ± 13,62 ^a	179,06 ± 16,25 ^{ab}	910,61 ± 112,41 ^{ab}
4444	pBSa	30,03 ± 3,08 ^a	128,19 ± 7,05 ^b	151,94 ± 9,35 ^b	216,53 ± 16,70 ^c	246,83 ± 29,49 ^c	1271,91 ± 129,36 ^{bc}
	pSSa	94,75 ± 3,38 ^b	198,42 ± 12,58 ^c	226,61 ± 9,16 ^c	255,83 ± 12,06 ^c	339,50 ± 26,07 ^c	1477,19 ± 139,99 ^c
	pBSt	-	33,75 ± 1,90 ^a	58,00 ± 3,37 ^a	135,00 ± 9,86 ^a	174,67 ± 12,48 ^{ab}	752,61 ± 76,54 ^{ab}
	pSSt	-	34,89 ± 3,35 ^a	75,48 ± 7,08 ^a	176,32 ± 16,87 ^a	247,48 ± 24,06 ^c	971,83 ± 92,09 ^{ab}
ANOVA							
F		256,13**	63,84**	46,66**	11,27**	10,02**	5,74**
P		< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

Dans une même colonne, les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes à P<0,01. MV : matériel végétal ; pBSa : plants issus de boutures cultivés sur sol d'Azaguié ; pSSa : plants issus de souches cultivés sur sol d'Azaguié ; pBSt : plants issus de boutures cultivés sur sol de Toumodi ; pSSt : plants issus de souches cultivés sur sol de Toumodi. **: hautement significatif.

Tableau 3 : Effets de la densité de plantation, du site d'étude et du matériel végétal sur la biomasse foliaire sèche (g) individuelle.

Densités (plants.ha ⁻¹)	Sites/MV	Dates de mesure					
		30	60	90	120	150	300
40000	pBSa	6,46 ± 0,34 ^a	30,11 ± 2,78 ^b	30,60 ± 2,68 ^b	63,86 ± 6,96 ^b	65,69 ± 6,37 ^a	375,68 ± 40,38 ^{ab}
	pSSa	7,46 ± 0,36 ^{ab}	34,05 ± 3,32 ^b	52,30 ± 5,27 ^c	76,23 ± 6,06 ^b	72,31 ± 5,47 ^a	401,53 ± 43,79 ^{ab}
	pBSt	-	5,67 ± 0,40 ^a	14,05 ± 0,90 ^{ab}	38,95 ± 2,46 ^a	51,68 ± 4,43 ^a	186,11 ± 20,00 ^a
	pSSt	-	7,55 ± 0,51 ^a	12,61 ± 1,01 ^a	45,83 ± 4,43 ^a	62,76 ± 5,87 ^a	264,16 ± 28,81 ^a
20000	pBSa	6,76 ± 0,33 ^{ab}	54,74 ± 5,98 ^d	89,91 ± 9,63 ^d	113,54 ± 8,18 ^c	144,01 ± 23,69 ^{bc}	485,78 ± 56,15 ^b
	pSSa	7,19 ± 0,54 ^{ab}	31,24 ± 1,45 ^b	55,34 ± 2,98 ^c	99,86 ± 5,24 ^{bc}	143,40 ± 12,54 ^{bc}	531,12 ± 78,23 ^b
	pBSt	-	6,75 ± 0,45 ^a	11,45 ± 0,83 ^a	48,83 ± 4,32 ^a	57,77 ± 4,30 ^a	300,81 ± 34,77 ^a
	pSSt	-	7,60 ± 0,59 ^a	13,43 ± 1,11 ^a	55,41 ± 4,47 ^a	69,66 ± 4,49 ^a	349,42 ± 51,47 ^a
15625	pBSa	6,96 ± 0,69 ^{ab}	33,24 ± 2,57 ^b	56,84 ± 6,28 ^c	100,94 ± 7,16 ^c	119,73 ± 10,09 ^b	512,71 ± 69,54 ^b
	pSSa	8,39 ± 0,57 ^b	39,78 ± 2,67 ^b	58,58 ± 3,24 ^c	100,69 ± 5,43 ^c	121,13 ± 10,07 ^{bc}	568,67 ± 61,52 ^b
	pBSt	-	6,89 ± 0,45 ^a	13,61 ± 1,02 ^a	51,58 ± 6,20 ^a	72,38 ± 5,20 ^{ab}	289,27 ± 39,24 ^a
	pSSt	-	8,43 ± 0,79 ^a	15,08 ± 1,60 ^a	63,03 ± 5,92 ^a	70,67 ± 4,94 ^{ab}	374,12 ± 40,47 ^a
10000	pBSa	6,26 ± 0,61 ^a	31,59 ± 1,83 ^b	46,51 ± 3,26 ^c	89,02 ± 6,27 ^{bc}	80,49 ± 5,00 ^{ab}	536,37 ± 54,83 ^b
	pSSa	7,07 ± 0,30 ^{ab}	35,15 ± 1,72 ^b	62,07 ± 2,14 ^c	103,24 ± 5,02 ^c	114,39 ± 7,43 ^b	595,17 ± 73,47 ^b
	pBSt	-	6,15 ± 0,50 ^a	15,56 ± 1,07 ^a	47,19 ± 3,42 ^a	74,01 ± 7,27 ^{ab}	302,61 ± 30,94 ^a
	pSSt	-	6,57 ± 0,42 ^a	13,59 ± 1,04 ^a	53,62 ± 5,12 ^a	76,87 ± 6,98 ^{ab}	391,56 ± 48,34 ^a
4444	pBSa	6,38 ± 0,53 ^a	42,33 ± 4,49 ^c	57,95 ± 4,65 ^c	111,30 ± 8,61 ^c	166,22 ± 14,68 ^c	546,92 ± 55,63 ^b
	pSSa	7,61 ± 0,41 ^{ab}	31,71 ± 1,77 ^b	70,60 ± 3,80 ^d	113,53 ± 6,60 ^c	138,04 ± 9,11 ^b	635,19 ± 60,19 ^b
	pBSt	-	5,85 ± 0,33 ^a	11,92 ± 0,69 ^a	47,05 ± 3,43 ^a	75,07 ± 5,36 ^{ab}	383,83 ± 39,04 ^a
	pSSt	-	6,05 ± 0,58 ^a	15,51 ± 1,45 ^a	66,30 ± 6,34 ^a	106,24 ± 10,33 ^b	417,89 ± 39,60 ^a
ANOVA							
F		113,40**	50,35	50,46	20,97	13,37	5,95
P		< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

Dans une même colonne, les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes à P<0,01. MV : matériel végétal ; pBSa : plants issus de boutures cultivés sur sol d'Azaguié ; pSSa : plants issus de souches cultivés sur sol d'Azaguié ; pBSt : plants issus de boutures cultivés sur sol de Toumodi ; pSSt : plants issus de souches cultivés sur sol de Toumodi. **: hautement significatif.

Tableau 4 : Effets de la densité de plantation, du matériel végétal et du site d'étude sur le rendement (t/ha) en feuilles sèches.

Densités (plants.ha ⁻¹)	Sites/MV	Nombre de jours après plantation					
		30	60	90	120	150	300
40000	pBSa	0,33 ± 0,02 ^c	1,53 ± 0,16 ^d	1,55 ± 0,13 ^c	3,23 ± 0,58 ^{bc}	3,32 ± 0,42 ^c	19,02 ± 2,47 ^c
	pSSa	0,38 ± 0,03 ^c	1,72 ± 0,11 ^d	2,65 ± 0,13 ^d	3,86 ± 0,38 ^c	4,03 ± 0,73 ^c	20,33 ± 3,46 ^c
	pBSt	-	0,29 ± 0,02 ^{ab}	0,71 ± 0,017 ^b	1,97 ± 0,20 ^b	2,62 ± 0,41 ^c	9,42 ± 1,22 ^{bc}
	pSSt	-	0,38 ± 0,02 ^{ab}	0,64 ± 0,05 ^b	2,32 ± 0,16 ^b	3,18 ± 0,18 ^c	13,37 ± 2,28 ^c
20000	pBSa	0,19 ± 0,008 ^b	1,54 ± 0,38 ^d	2,53 ± 0,41 ^d	3,19 ± 0,36 ^c	4,05 ± 1,09 ^c	13,66 ± 0,43 ^c
	pSSa	0,20 ± 0,02 ^b	0,88 ± 0,03 ^c	1,56 ± 0,09 ^c	2,81 ± 0,15 ^c	3,66 ± 0,37 ^c	14,94 ± 4,20 ^c
	pBSt	-	0,19 ± 0,01 ^{ab}	0,32 ± 0,02 ^{ab}	1,37 ± 0,17 ^b	1,62 ± 0,06 ^b	8,46 ± 0,27 ^{ab}
	pSSt	-	0,21 ± 0,03 ^{ab}	0,38 ± 0,04 ^{ab}	1,56 ± 0,10 ^b	1,96 ± 0,05 ^b	9,83 ± 2,76 ^{bc}
15625	pBSa	0,16 ± 0,03 ^b	0,75 ± 0,15 ^c	1,28 ± 0,27 ^c	2,27 ± 0,21 ^b	2,69 ± 0,32 ^c	11,54 ± 3,12 ^{bc}
	pSSa	0,19 ± 0,01 ^b	0,89 ± 0,08 ^c	1,32 ± 0,05 ^c	2,26 ± 0,13 ^b	2,73 ± 0,16 ^c	12,79 ± 0,50 ^{bc}
	pBSt	-	0,15 ± 0,01 ^{ab}	0,31 ± 0,03 ^{ab}	1,16 ± 0,13 ^{ab}	1,63 ± 0,13 ^b	6,51 ± 1,76 ^{ab}
	pSSt	-	0,19 ± 0,03 ^{ab}	0,34 ± 0,04 ^{ab}	1,42 ± 0,12 ^{ab}	1,59 ± 0,04 ^b	8,42 ± 0,33 ^{ab}
10000	pBSa	0,09 ± 0,01 ^{ab}	0,49 ± 0,03 ^{bc}	0,73 ± 0,11 ^b	1,39 ± 0,15 ^b	1,26 ± 0,16 ^b	8,38 ± 2,09 ^{ab}
	pSSa	0,11 ± 0,004 ^{ab}	0,55 ± 0,03 ^{bc}	0,97 ± 0,05 ^b	1,61 ± 0,08 ^b	1,79 ± 0,21 ^b	9,30 ± 1,80 ^{ab}
	pBSt	-	0,09 ± 0,01 ^{ab}	0,24 ± 0,01 ^{ab}	0,66 ± 0,10 ^{ab}	1,16 ± 0,16 ^{ab}	4,73 ± 1,18 ^{ab}
	pSSt	-	0,10 ± 0,01 ^{ab}	0,21 ± 0,01 ^{ab}	0,84 ± 0,07 ^{ab}	1,20 ± 0,09 ^{ab}	6,12 ± 1,19 ^{ab}
4444	pBSa	0,035 ± 0,005 ^a	0,24 ± 0,06 ^{bc}	0,33 ± 0,06 ^b	0,63 ± 0,10 ^{ab}	0,94 ± 0,22 ^{ab}	3,07 ± 0,62 ^a
	pSSa	0,04 ± 0,003 ^a	0,18 ± 0,006 ^b	0,39 ± 0,008 ^b	0,64 ± 0,03 ^{ab}	0,78 ± 0,06 ^{ab}	3,57 ± 0,88 ^a
	pBSt	-	0,03 ± 0,001 ^a	0,07 ± 0,002 ^a	0,70 ± 0,42 ^{ab}	0,42 ± 0,05 ^a	2,16 ± 0,44 ^a
	pSSt	-	0,03 ± 0,004 ^a	0,09 ± 0,008 ^a	0,37 ± 0,06 ^a	0,60 ± 0,10 ^a	2,35 ± 0,58 ^a
ANOVA							
F		80,53**	25,90**	37,60**	18,87**	10,32**	7,13**
P		< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

Dans une même colonne, les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes à P < 0,01. MV : matériel végétal ; pBSa : plants issus de boutures cultivés sur sol d'Azaguié ; pSSa : plants issus de souches cultivés sur sol d'Azaguié ; pBSt : plants issus de boutures cultivés sur sol de Toumodi ; pSSt : plants issus de souches cultivés sur sol de Toumodi. **: hautement significatif.

Discussion

Multiplication végétative des boutures et comparaison des deux semences de *Lippia multiflora*

Lorsque les boutures provenant de tiges de *Lippia multiflora* sont repiquées dans les sachets, elles amorcent le bourgeonnement à partir du 2^e jour de pépinière, pour atteindre l'optimum au bout de 7 jours. À partir de ce moment, et ce, jusqu'au 25^e jour, certains bourgeons dégèrent rapidement ; ce qui affecte la survie des boutures correspondantes. Ce résultat pourrait s'expliquer par le fait qu'au moment du bourgeonnement, les besoins nécessaires à la mise en place des premiers capteurs proviennent des réserves de la bouture (Nivot, 2005). Pendant la phase d'installation du couvert végétal, les demandes des organes en nutriments sont d'abord faibles par rapport à l'offre. Progressivement, la situation s'inverse, car la multiplication du nombre de phytomères accroît la demande. Dans ce contexte, l'offre du milieu, ne peut plus satisfaire cette demande et l'offre devient limitante. Ce résultat pose le problème de l'origine du prélèvement des boutures sur les différentes parties des tiges, ceux de l'âge des plants mères, du nombre de nœuds sur la bouture, du milieu de culture et des exigences nutritionnelles des boutures. En effet, une étude similaire décrite au Canada par Nivot (2005), sur des plantes herbacées (la sanguinaire, le gingembre sauvage, le caulophylle faux-pigamon, l'actée à grappes, ainsi que le trille blanc) produisant des rhizomes, a montré que la réussite du bouturage a été conditionnée par la longueur de la section du rhizome à considérer. Selon cet auteur, la section devrait être suffisamment longue pour que les réserves accumulées puissent subvenir aux besoins de croissance d'un ou de plusieurs bourgeons. Pour ces mêmes plantes, Cullina (2000) laisse généralement 3 à 6 nœuds pour chaque section. Outre la longueur et le nombre de nœuds sur la bouture, la formation de racines adventives est un pré-requis à la réussite du bouturage. De même, l'âge du matériel végétal affecterait la capacité d'enracinement. Selon Nivot (2005), des boutures de jeunes plants, avec quelques feuilles, s'enracineraient beaucoup plus facilement que des boutures de branches avec des feuilles matures. Enfin, l'époque de l'année à laquelle on prélève la bouture semble jouer un rôle sur la capacité d'enracinement. En effet, sous les climats tempérés, et pour ces mêmes plantes, les boutures prélevées au printemps ou au début de l'été semblent s'enraciner plus facilement que celles prélevées en

automne ou en hiver (Srivastava, 2002). Aucune de ces précautions n'a presque été prise en compte au début de ce travail, en raison de l'objectif de notre étude, qui ne visait pas à faire un travail exhaustif du mode de propagation végétative ou bouturage de plants de *Lippia multiflora*. Néanmoins, sur les deux sites d'étude, des boutures provenant de la partie médiane (lignifiées ou non) des plants de *Lippia multiflora* ont été utilisées et repiquées sur un milieu composé d'un mélange de terreaux et de sciure de bois. Bien que nous n'ayons pas réussi à multiplier l'ensemble des boutures, nous avons pu faire reproduire environ 34,02 % des boutures en plants fils. Dans la perspective d'optimiser la production de plants fils, il serait souhaitable de prendre en compte, non seulement l'ensemble des paramètres suscités, mais surtout, la variabilité des plants de *Lippia multiflora* comme l'ont signifié Oussou *et al.* (2008) et Adou *et al.* (2011). Les résultats montrent également que les taux de reprise végétative enregistrés sur le terrain, 30 jours après plantation, ont été de $98,27 \pm 0,52$ % et $97,52 \pm 0,71$ % pour les plants issus de boutures et de $90,90 \pm 1,32$ % et $89,31 \pm 1,37$ % pour ceux issus de souches de *Lippia multiflora*, respectivement, sur les parcelles expérimentales d'Azaguié et de Blé. Ces niveaux de reprise montrent l'intérêt de l'utilisation de plants issus de pépinière, comme c'est le cas pour l'artichaut décrit par Elattir *et al.* (2009). Le taux de reprise est également satisfaisant lorsque des éclats de souches de *Lippia multiflora* sont directement mis en terre. Yao-Kouamé et Allou (2008) et Adou *et al.* (2011) ont obtenu des résultats semblables. La faible mortalité des plants observée en début de plantation pourrait être liée à la présence de racines au collet de chacune des semences. Toutefois, pour obtenir une uniformité et une homogénéité de reprise, et pour réduire les remplacements éventuels, les semences issues de bouturage apparaissent plus intéressantes par rapport à celles issues de souches de *Lippia multiflora*.

Effet de la densité de semis, du matériel végétal et du site sur les paramètres de croissance et de rendement de *Lippia multiflora*

Sur le terrain, les cinq densités de plantation testées déterminent, sur chacun des sites d'étude, une structure du peuplement très différente des parcelles élémentaires par les plants issus des deux types de semences de *Lippia multiflora*. Les données de croissance obtenues montrent un accroissement

important de l'ensemble des paramètres étudiés, en fonction du temps, du matériel végétal, de la densité de plantation et du site d'étude. Cet accroissement est imputable au passage de la phase jeune culture à la phase culture adulte. Pour la hauteur des plants, les traitements de fortes densités ont donné les valeurs de croissance les plus élevées, tandis que ceux de faibles densités ont connu des accroissements plus faibles. En revanche, l'augmentation du nombre de plants par unité de surface entraîne à la fois une diminution de la biomasse. Ces changements morphologiques provoqués par l'augmentation de la densité pourraient résulter d'une réduction de la disponibilité en lumière ou autres facteurs essentiels de croissance comme les nutriments et l'eau (N'guessan *et al.*, 2010). Par conséquent, les plants auront tendance à croître davantage en hauteur plutôt qu'à se ramifier. Ce résultat confirme ceux de Taffouo *et al.* (2008). En effet, en menant des études sur quatre densités de semis (15625, 27777, 62500 et 250000 plants.ha⁻¹) de cinq variétés de niébé, ces chercheurs ont observé une augmentation significative de la hauteur des tiges dans les parcelles ayant la plus forte densité de semis chez toutes les variétés étudiées. La croissance en hauteur dépendrait ainsi, d'une interaction entre facteurs internes et externes, dans un système hautement ordonné et organisé. La comparaison entre types de matériel végétal a révélé que sur les deux sites d'étude, les plants issus de boutures croissent plus vite en hauteur que ceux issus de souches. En effet, lorsque les semences de souches sont mises en terre, elles bourgeonnent rapidement et plusieurs rejets s'y développent. Le bourgeonnement rapide pourrait induire une compétition entre les rejets de la même souche pour les facteurs de croissance, influençant négativement leur croissance en hauteur, contrairement aux plants issus de boutures, comme l'ont rapporté Tessier *et al.* (2000) et confirmé par Ouedraogo *et al.* (2006). Ainsi, plus le nombre des rejets croît, plus la demande globale de ceux-ci sur la même souche en matières organiques élaborées, faible au départ, augmente et affecte la croissance des plants. Au total, l'augmentation de la densité de plantation n'affecte pas la performance individuelle des plants, dès lors que la densité reste en dessous du niveau d'apparition de la compétition trophique entre les plants (N'guessan *et al.*, 2010), rejoignant ainsi Foidl *et al.* (2001) qui rapportent que l'augmentation de la densité de plantation n'affecte pas individuellement les plants, dès lors que l'on se situe en dessous du seuil de compétition. Sur les deux sites d'étude, l'on a observé que le nombre de feuilles produites par plant et la biomasse foliaire sèche par

plant diminuent quand la densité de plantation augmente. Ces résultats concordent avec ceux de Taffouo *et al.* (2008). Ils corroborent également les conclusions de Ayaz *et al.* (2004) rapportés par Pageau *et al.* (2006) qui, au Canada, ont observé que l'augmentation de la densité de peuplement du pois a réduit le nombre de grains par gousse ainsi que le nombre de gousses par plant. Au Maroc, Elattir *et al.* (2009), comparant deux cultivars d'artichauts plantés suivant quatre densités (5.500, 7.300, 8.300 et 11.000 plants.ha⁻¹), révèlent que le nombre moyen de feuilles par plant le plus élevé a été enregistré à la faible densité (5.500 plants.ha⁻¹). Kouassi *et al.* (2017) a obtenu des résultats similaires sur trois variétés de niébé en Côte d'Ivoire. En testant trois densités de semis (62500 plants. Ha⁻¹; 111111,11 plants. Ha⁻¹ et 250000 plants. Ha⁻¹) chez trois variétés de niébé, ces auteurs ont observé que les plus fortes densités (250000 plants. Ha⁻¹) ont donné les rendements les plus faibles pour tous les paramètres morphologiques tandis que les plus hauts rendements ont été enregistrés pour les faibles et moyennes densités de semis (62500 plants. Ha⁻¹ ; 111111,11 plants. Ha⁻¹). La comparaison entre sites d'étude indique que les plants cultivés à Azaguié croissent plus vite en hauteur et produisent individuellement davantage de feuilles que ceux cultivés à Blé qui, en revanche, connaissent un retard de croissance. On pense que la variabilité du climat en Côte d'Ivoire telle que décrite par Kassin *et al.* (2008), pourrait être à l'origine de cette différence de développement. En effet, les irrégularités pluviométriques observées à partir de 60 jours après plantation ont constitué un grand handicap aux possibilités de valorisation de l'humidité du sol par la culture de *L. multiflora*. Même si la culture de *Lippia multiflora* peut se faire sur divers types de sol et dans différents écosystèmes, comme l'ont indiqué Yao-kouamé et Allou (2008), on pense que les modifications actuelles du régime des précipitations et la diminution des hauteurs des pluies en Afrique subsaharienne sont responsables des perturbations actuelles des calendriers culturels, constituant ainsi des facteurs limitants aux rendements. À cela s'ajoute la faible fertilité chimique des sols de savane humide ivoirienne rapportée par Koné *et al.* (2008). En effet, le caractère filtrant et léger du sol de la station de recherche du village de Blé, révélé par N'guessan *et al.* (2015), a influencé, en début de culture, la disponibilité de l'eau et des éléments minéraux pour les plants de *Lippia multiflora*. De plus, la faible teneur du sol en azote, en potassium, en calcium et en magnésium, de même que la déficience de l'azote par rapport au

phosphore rapporté par N'guessan *et al.*, (2015), ont constitué un facteur limitant pour la croissance et le développement des plants de *Lippia multiflora*. Dans le cadre de la présente étude, le rendement optimum a été atteint au niveau du traitement de forte densité 40.000 plants.ha⁻¹, suivi de celui de la moyenne densité 20.000 plants.ha⁻¹, quel que soit

le site d'étude. On constate ainsi que le rendement par plant décroît tandis que la production totale de biomasse par unité de surface augmente avec la densité. La faible production par plant est alors compensée par le plus grand nombre de plants par unité de surface.

Conclusion

Au terme de cette étude, on peut retenir que les plants issus de boutures et de souches peuvent être utilisés pour démarrer une culture de *Lippia multiflora*. Les résultats montrent également que la densité de plantation, le matériel végétal et le site d'étude affectent significativement les paramètres de croissance et le rendement en feuilles sèches. En effet, chez les deux types de semences, et quel que soit le site d'étude, les plants des traitements de faible densité de plantation produisent individuellement beaucoup plus de feuilles que les plants des traitements de forte densité. À l'opposé, la production totale de biomasse par unité de

surface augmente avec la densité de plantation. La faible production par plant est alors compensée par le plus grand nombre de pieds par unité de surface. La comparaison entre types de matériel végétal a révélé que les plants issus de boutures croissent plus vite en hauteur que ceux issus de souches qui, en revanche, produisent individuellement davantage de feuilles que les plants issus de boutures. Sur l'ensemble des cinq densités testées, le rendement optimum a été atteint au niveau du traitement de forte densité 40000 plants.ha⁻¹ suivi, de celui de la moyenne densité 20000 plants.ha⁻¹ quel que soit le site d'étude.

Références Bibliographiques

Abena AA, Ngondzo-Kombeti GR et Bioka D. 1998. Propriétés psychopharmacologiques de *Lippia multiflora*. *L'Encéphale*, 24 (5) : 449-454.

Adou KE, N'guetta ASP, Kouassi A, Kanko C, Yao-Kouamé A, Sokouri DP, Coulibaly MY. 2011. Caractérisation agromorphologique et identification de populations de *Lippia multiflora*, une verbénacée sauvage. *Journal of Applied Biosciences*, 37: 2441-2452.

Agnaniet H, Makani T, Akagah A, Menut C, Bessière JM. 2005. Volatile constituents and antioxidant activity of essential oils from *Lippia multiflora* Mold. Growing in Gabon. *Flavour and Fragrance Journal*, 20: 34-38.

Amaglo NK, Timpo GM, Ellis WO, Bennett RN. 2006. Effet de l'écartement et la fréquence des récoltes sur la croissance et le rendement en feuilles de *Moringa oleifera* Lam. Moringa et autres végétaux à fort potentiel nutritionnel: stratégies, normes et marchés pour un meilleur impact sur la nutrition en Afrique. Accra, Ghana, 16-18 novembre 2006, 11 p.

Avenard JM. 1971. Les sols dans le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Mémoire ORSTOM, Paris. (50): 269-391.

Ayaz S, Mc Kenzie BA, Hill GD, et McNeil DL. 2004. Variability in yield of four grain legume species in a subhumid temperate environment. II. Yields components. *Journal of Agricultural Sciences*, 142 (1): 21-28.

Bassolé IH, Guelbeogo WM, Nebie R, Costantini C, Sagnon N, Kaboré ZI, Traoré SA. 2003. Ovicidal and larvicidal activity against *Aedes aegypti* and *Anopheles gambiae* complex mosquitoes of essential oils extracted from three spontaneous plants of Burkina Faso. *Parassitologia*, 45: 23-26.

CPCS. 1967. Classification des sols. Grignon, France, Ecole Nationale Supérieure Agronomique. 87 p.

Cullina W. 2000. The New England Wildflower Society's Guide to Growing and Propagating Wildflowers. Houghton Mifflin Co., Boston (MA), 322 p.

- Elattir H, Skiredj A, Ait-Ben Oussaiden R, Chtaina N. 2009.** Comparaison de cultivars d'artichaut multipliés par semis et plantés sous quatre densités dans la région du Gharb au Maroc. Symposium international « agriculture durable en région Méditerranéenne AGDUMED. Rabat, Maroc 14-16 mai 2009 : 224-234.
- Ekissi AC, Konan AG, Yao-Kouamé A, Bassirou B, Kati-Coulibaly S. 2011.** Evaluation of the chemical constituents of savannah tea (*Lippia multiflora*) leaves. *Journal of Applied Biosciences*, 42 : 2854 - 2858
- Etou-Ossibi W, Nzonzi J, Mombouli JV, Nsondé-Ntandou GE, Ouamba JM, et Abena AA. 2005.** Screening chimique et effet de l'extrait aqueux de *Lippia multiflora* Moldenké sur le cœur isolé de crapaud. *Phytotherapie*. 3 (5): 193-198.
- Foidl N, Harinder PS, Markar and Klaus B. 2001.** The potential of *Moringa oleifera* for agricultural and Industrial uses. In : The Miracle Tree Edited by Lowell J. Fuglie, Darkar, Senegal : 45-76.
- Kassin KE, Doffangui K, Kouamé B, Yoro RG, Assa A. 2008.** Variabilité pluviométrique et perspectives pour la replantation cacaoyère dans le Centre-ouest de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, (12) : 633 - 641.
- Kone WA, Tondoh EJ, Angui KTP., Bernhard-Reversat F, Loranger-Merciris G, Brunet D, Brédoumi TKS. 2008.** Is soil quality improvement by legume cover crops a function of the initial soil chemical characteristics? Nutrient cycling in agroecosystems : 17p.
- Kouassi NJ, Koffi AMH, Yah NM, Kouakou YIJ, et Yatty KJ. 2017.** Influence de la densité de semis sur les paramètres agronomiques de trois variétés de niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp, Fabaceae) cultivées en Côte d'Ivoire. *Afrique SCIENCE*, 13(4) : 327 – 336.
- Kunle O, Okogun J, Egamana E, Emojevwe E, Shok M. 2003.** Antimicrobial activity of various extracts and carvacrol from *Lippia multiflora* extract. *Phytomedicine*, 10 : 59-61.
- N'guessan KA, Yao-kouamé A. 2010.** Filière de commercialisation et usages des feuilles de *Lippia multiflora* (Verbenaceae) en Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 29: 1743-1752.
- N'guessan KA, Yao-Kouamé A, Ballo KC, Alui KA. 2010.** Effet de la densité de plantation sur le rendement et les composantes du rendement de *Lippia multiflora* (Verbenaceae), cultivée au sud de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 33 : 2047- 2056.
- N'guessan KA, Diarrassouba N, Koné B, Alui Ka, Yao-Kouamé A. 2015.** Caractérisation morpho-pédologique et contraintes au développement de *Lippia multiflora* sur deux sols tropicaux de Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 24 (3): 3814-3828.
- Nivot N. 2005.** Essais de germination et de bouturage de six espèces indigènes sciaphytes du Canada. Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures de l'Université Laval dans le cadre du programme de maîtrise en Biologie végétale pour l'obtention du grade de maître ès sciences (M.Sc.), 129 p.
- Noamesi BK, Adebayo GI, Bamgbose SO. 1985.** The vascular actions of aqueous extract of *Lippia multiflora*. *Planta Med.*, 3 : 256-258.
- Ouedraogo A, Thiombiano A, Hadjali-Hadjali K. 2006.** Régénération sexuée de *Boswellia dalzielii* Hutch, un arbre médical de grande valeur au Burkina Faso. *Bois et forêt des tropiques*, 289 (3) : 41-48.
- Oussou KR, Yolou S, Boti J. B, Guessennd KN, Kanko C, Ahibo C, Casanova J. 2008.** Étude chimique et activité antidiarrhéique des huiles essentielles de deux plantes aromatiques de la pharmacopée ivoirienne. *European Journal of Scientific Research*. 24 (1) : 94-103.
- Pageau D, Lajeunesse J, et Lafond J. 2006.** Influence de la densité de semis sur la productivité du pois sec cultivé sous un climat frais. *Canadian Journal of Plant Science* : 41-48.
- Srivastava LM. 2002.** Plant Growth and Development. Hormones and Environment. Academic Press, San Diego (CA) : 772 p.
- Taffouo VD, Etamé J, Din N, Nguelemeni MLP, Eyambé YM, Tayou RF, Akoa A. 2008.** Effets de la densité de semis sur la croissance, le rendement et les teneurs en composés organiques chez cinq variétés de niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Journal of Applied Biosciences*, 12: 623 - 632.
- Tamia A, Moreau R, Fortier M, et Yoro G, 1998.** Influence du travail du sol sur l'évolution physique d'un sol forestier ferrallitique après défrichement motorisé. *Étude et gestion des sols*, 6 (1) : 27-39.
- Tessier M, Gloaguen J-C, Lefeuvre J-C. 2000.** Influence des facteurs biotiques et abiotiques sur le développement et la reproduction de *Sueda maritima* sur un marais salé. CR. Acad. Sci. Paris. Sciences de la vie-Life Sciences. (323) : 905-911.
- Yao-Kouamé A, Allou K. 2008.** Propriétés du sol et domestication de *Lippia multiflora* (Verbenaceae) en Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*. 20 (1): 97-107.

EFFETS DE LA VARIABILITÉ CLIMATIQUE SUR LA PRÉVALENCE DES VECTEURS DE LA SCHISTOSOMIASE INTESTINALE DANS LA ZONE DE SANTÉ DE KATANA, SUD-KIVU, RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO.

MUSHAYUMA H^{1*}, TAMBALA T², MURHULA C³, CHAKUPEWA M⁴, NKONZI P⁵, MBIYE R⁵, CIRHUZA S⁶, BUNDUKI J⁷

RÉSUMÉ

L'étude de l'effet de la variabilité climatique sur la distribution de la schistosomiase est importante. L'objectif de ce travail est l'évaluation de l'impact de la variabilité climatique sur le taux de prévalence de la schistosomiase à *Schistosoma mansoni* sur une période de 30 ans. L'étude a pris en compte les données des enquêtes allant de 1979 à 2009. L'échantillonnage a été fait dans les rivières, les étangs et le Lac Kivu. Il a constaté une augmentation de la température de 1°C dans les différents écosystèmes de la Zone de Santé de Katana et une augmentation de 7 à 19, le nombre de sites de foyer de transmission de la schistosomiase. Le taux d'infestation des mollusques *Biomphalaria pfeifferi* a augmenté, passant de 2,1% en 1996 à 2,4% en 2008. Ces mollusques hôtes intermédiaires de *Schistosoma mansoni*, responsables de la schistosomiase intestinale a fait son apparition dans la Zone de Santé de Katana suite à l'apparition de conditions favorables notamment l'augmentation de la température des eaux. Quant au taux de prévalence de la schistosomiase dans cette zone de santé, il a varié d'une année à l'autre en dents de scie. La variabilité climatique sur le vecteur de la schistosomiase intestinale constitue un des facteurs dont les effets actuels devraient amener les décideurs à adopter une politique de gestion durable des ressources en eaux.

Mots clés : Variabilité climatique, Schistosomiase, Conséquences, Vecteur, Katana

CLIMATIC VARIABILITY IMPACT ON SCHISTOSOMIASIS VECTORS EXISTING IN THE KATANA HEALTH AREA, SOUTH-KIVU, DEMOCRATIC REPUBLIC OF THE CONGO.

ABSTRACT

The study of climate variability on the distribution of biodiversity in a river is important. The objective of this work is the evaluation of data on the impact of past and current climate variability on schistosomiasis in the Katana health area. Malacology data from the Katana Health area were studied over a period of 30 years (1979 - 2009). The sampling was done in rivers, ponds and the Lake Kivu. We note an increase of the temperature of 1°C in the different ecosystems of Katana health Zone. Since 1979 to our days sites of schistosomiasis transmission increase from 7 sites to 19 sites. The rate of infestation of the mollusks *Biomphalaria pfeifferi* increases since 1996 from 2,1% to 2,4% in 2008. The mollusc *Biomphalaria pfeifferi* intermediate host of *Schistosoma mansoni*, cause of intestinal schistosomiasis, appears in the Katana Health Zone following favorable conditions for their installation, including the increase in temperature. The prevalence of schistosomiasis in this health zone has fluctuated from year to year. Climate variability on the intestinal schistosomiasis vector is one of the factors whose current effects should lead decision-makers to adopt a policy of sustainable management of water resources, before the legitimacy of ensuring human well-being be completely blamed.

Key words : Climate variability, Schistosomiasis, Risk, Vector, Katana

¹Département de l'Environnement, Laboratoire de gestion des catastrophes, Centre de Recherche en Sciences Naturelles/Lwiro, Sud-Kivu, République Démocratique du Congo

²Département de Géophysique, Laboratoire de Sismologie, Centre de Recherche en Sciences Naturelles/Lwiro

³Université de Liège, Belgique.

⁴Université du Cinquantenaire Lwiro, Sud-Kivu, République Démocratique du Congo

⁵Département de Nutrition, Centre de Recherche en Sciences Naturelles/Lwiro, Sud-Kivu, République Démocratique du Congo

⁶Département de Biologie, Laboratoire de Systématique et Taxonomie Végétale, Centre de Recherche en Sciences Naturelles/Lwiro, Sud-Kivu, République Démocratique du Congo

⁷Département de Documentation, laboratoire de cartographie, Centre de Recherche en Sciences Naturelles/Lwiro, Sud-Kivu, République Démocratique du Congo

*Auteur de correspondance : mushayumaname@gmail.com

Introduction

En dépit de certains progrès réalisés dans le domaine de la chimiothérapie, des campagnes d'éducation sanitaire, du contrôle des mollusques vecteurs ou de l'amélioration des conditions environnementales des populations à risque, le nombre de personnes infectées par la schistosomiase intestinale de par le monde n'a pas diminué depuis cinquante ans (OMS, 1987). Au cours des prochaines années, l'augmentation des aménagements de retenues d'eau pour l'irrigation mais aussi les conséquences du réchauffement climatique font craindre une extension des zones de répartition des mollusques vecteurs de la schistosomiase et donc le risque de transmission de la maladie. Les modifications de la température, des précipitations et de l'humidité auxquelles l'on peut s'attendre selon différents scénarios de variabilité climatique affecteront la biologie et l'écologie des hôtes intermédiaires (OMS, 1987).

L'Afrique serait l'un des continents les plus vulnérables aux changements climatiques du fait de diverses contraintes (pauvreté, fragilité des écosystèmes, faible développement technologique et institutionnel et faibles capacités d'adaptation) (OMS, 1987). La Zone de Santé de Katana n'est pas épargnée par cette situation.

La schistosomiase est une maladie parasitaire causée par cinq espèces principales de trématodes, que sont *Schistosoma mansoni*, *Schistosoma haematobium*, *Schistosoma japonicum*, *Schistosoma mekongi* et *Schistosoma intercalatum*. Cette maladie affecte environ 600 millions des personnes dans 79 pays d'Afrique, d'Amérique du sud et de l'Est d'Asie (Bennike *et al.*, 1976). Chaque espèce est endémique dans des régions spécifiques et d'autres espèces peuvent à l'occasion contaminer l'homme. C'est le cas de *Schistosoma bovis* et de quelques schistosomes aviaires (Bennike *et al.*, 1976).

Dans la région d'Irhambi-Katana et Bugorhe, des cas de schistosomiase à *Schistosoma mansoni* étaient signalés et l'espèce *Biomphalaria pfeifferi* était le seul mollusque identifié comme hôte intermédiaire réel de cette parasitose dans cette région (Baluku, 1987). La schistosomiase à *Schistosoma mansoni* était fréquente au sein de la population et les centres de santé enregistraient plusieurs cas de cette parasitose (Baluku *et al.*, 2000). La présence de cette parasitose dans des zones jadis indemnes devenaient de plus en plus inquiétante et aucune explication n'était donnée jusque-là (Sellin, 1994).

La variabilité climatique dans la Zone de Santé de Katana présentait des causes complexes et se manifestait par de longues périodes de sécheresse inhabituelle, avec comme conséquences des effets négatifs directs sur l'environnement. La concentration atmosphérique en gaz à effet de serre, dont le dioxyde de carbone, le méthane et l'oxyde nitreux, augmentaient principalement sous l'effet des activités humaines, telles que l'exploitation des combustibles fossiles, les modifications de l'utilisation des sols et l'agriculture. Une augmentation des gaz à effet de serre entraîne un réchauffement accru de l'atmosphère et de la surface terrestre (Githeko *et al.*, 2000).

L'objectif de ce travail est d'évaluer l'impact de la variabilité climatique sur le taux de prévalence de la schistosomiase à *Schistosoma mansoni* sur une période de 30 ans (1979 à 2009) dans la Zone de Santé de Katana. Cette étude a analysé les données disponibles sur l'épidémiologie, la pluviométrie, la température, la malacologie des années passées. À ces données s'ajoutent celles recueillies sur le terrain, durant l'année 2009 et portant sur les mêmes paramètres.

Matériel et Méthodes

Présentation de la zone d'étude

La Zone de Santé de Katana est située entre 28°45' de longitude Est et 2°15'-2°30' de latitude Sud, entre 1463-2000 m d'altitude, dans un rayon de 7 Km autour du Centre de Recherche en Sciences Naturelles de Lwiro. Elle se trouve à l'Ouest du lac Kivu à 50 km au Nord de Bukavu. Sa superficie est de 141 Km² et la densité moyenne de population de 360 habitants/km². Son climat est de type tropical humide, la température moyenne est relativement basse (18° à 20°C), la pluviométrie dépasse 1500 mm par an et permet de distinguer deux saisons. Une

courte saison sèche de juin à août et une longue saison humide de septembre à mai.

Sa végétation est une savane cultivée qui a remplacé la forêt originale à *Albizia grandibracteata* (Bagalwa et Baluku, 1997).

La Zone de Santé de Katana dessert une grande partie de la population paysanne pour les soins de santé primaire avec 12 centres de santé à savoir Birava, Irambira, Ibinja, Ishungu, Kabushwa, Kabamba, Mabingu, Mushweshwe, Mugeru, Lugendo, Katana-Nuru et Ciranga.

Méthodes de collecte des données

Conditions climatiques

La méthodologie a consisté à établir d'abord l'existence de la variabilité interannuelle au niveau de la pluviométrie et de la température. Ensuite, dans la région, il était effectué par comparaison des impacts sur la schistosomiase.

Les données météorologiques (température et pluviométrie) ont été dépouillées à la station de Lwiro à partir des enregistrements de 1979 à 2008. Les températures obtenues sont sous forme des moyennes annuelles et les pluies sous forme des totaux annuels. Les courbes des moyennes annuelles de températures et des totaux annuels de pluies étaient réalisées par le logiciel Excel. Les données de température et pluie analysées ont été regroupées, ce qui a permis de distinguer quatre périodes que sont 1979 à 1988, 1989 à 1998, 1999 à 2008 et l'année 2009.

Concernant la température, seules des données sur 10 ans (1979 à 1999) des écosystèmes aquatiques de la Zone de Santé de Katana, étaient disponibles au laboratoire de malacologie. Quant aux données de l'année 2009, elles ont été récoltées par nous même à l'aide du même type de thermomètre.

Données épidémiologique

En ce qui concerne les données épidémiologiques disponibles, elles couvrent la période 1984 à 2008. Ces différentes données ont été dépouillées et analysées.

Récolte des mollusques

Les mollusques ont été récoltés selon la méthode d'unité de temps standardisé (Olivier et Scheiderman, 1956). Le temps de récolte a été fixé à 5 minutes par personne et par jour, pour chacun des 18 sites étudiés. Les mollusques ont été capturés à l'aide d'un filet troubleau à petite maille de 2 mm accroché sur une manche de bois ayant une ouverture de 50

cm de diamètre. Les mollusques capturés étaient gardés pendant 2 heures dans des tubes à essai en verre contenant l'eau de robinet. Les facteurs environnementaux tels que la couverture végétale, la végétation aquatique, les excréments humains et animaux, les débris végétaux, la nature du fond des rivières, les coordonnées géographiques et la température de l'eau de chaque site étaient notés sur la fiche de prélèvement.

Identification des mollusques et des cercaires

L'identification des mollusques a été faite au laboratoire de malacologie du Centre de Recherche en Sciences Naturelles de Lwiro, suivant la clé de Brown (1994). L'étude cercariométrique des mollusques *Biomphalaria pfeifferi* récoltés s'est faite suivant les méthodes de Berry et Dobroyolny (1960) puis de Niemann et Lewis (1990). Les mollusques ont été placés individuellement dans des tubes à essai contenant de l'eau de robinet et ensuite exposés au soleil, la chaleur du soleil entraînant l'émission des cercaires. Ceux-ci ont été identifiés à la loupe binoculaire au grossissement 100 fois à l'aide des clés d'identification de Fain (1952). Les mollusques qui n'ont pas émis des cercaires après 24 heures ont été écrasés sur un verre de montre et observés sous loupe binoculaire à la recherche des cercaires.

Analyses statistiques

Le traitement statistique des données a été possible grâce au logiciel Statview 5.0. La variable dépendante du taux d'infestation des mollusques *Biomphalaria pfeifferi* dans les écosystèmes aquatiques, la comparaison du taux de prévalence de la schistosomiase et la variation du nombre de sites à *Biomphalaria pfeifferi* ont été réalisées par le test de Chi-carré pour un degré de signification $p < 0,05$. La comparaison des moyennes était faite avec le test t de Student.

Résultats

Inventaire des mollusques

Dix-sept espèces de mollusques ont été inventoriées dans les écosystèmes de la Zone de Santé de Katana durant les 30 ans de récolte de 1979 à 2009 (tableau 1). Elles appartiennent à deux classes (Gastéropodes et Lamellibranches) et huit familles. Il s'agit des familles des Planorbidae, Lymnaeidae, Ancyliidae, Thiaridae, Sphaeriidae, Pomatiopsidae, Ampillaridae et Bythyniidae.

La répartition taxonomique des mollusques récoltés dans les écosystèmes aquatiques de la Zone de Santé de Katana indique que la classe des Gastéropodes est la mieux représentée avec 16 espèces, réparties dans sept familles et deux sous-classes. Celle des Lamellibranches avec la sous-classe des Bivalves ne renferme qu'une seule espèce (tableau 2).

Tableau 1 : Caractéristiques physico-biologiques et coordonnées géographiques des sites prospectés en 2009

Sites	Caractéristiques						
	Nature de fond	Couverture végétale	Végétation aquatique	Excréments humains	Excréments d'animaux	Fréquentation humaine	Débris végétaux
Bidagarha 1662m d'altitude 02°14'50,5 "latitude sud, 028° 48' longitude Est	P	-	++	+	-	+++	+
Birunga 1665m d'altitude, 02°15'5,4" latitude sud, 028°48' longitude Est	SV	++	+	+	-	+	+
Chashonzi 1513m d'altitude, 02°13'59,1" latitude sud 028°50' longitude Est	V	-	++	+	-	+	+
Ciduha 1718m d'altitude 02°15'40,8" latitude Sud, 028°48' longitude Est	V	-	++	-	+	++	+
Cihembe 1479m d'altitude 02°12'27,1" latitude sud 028°50' longitude Est	V	-	++	+	-	+	+
Choga 1604m d'altitude 02°13'11,1" latitude sud 028°50'27,1" longitude Est	SV	-	+	+	-	++	+
Gashukabatware 1666m d'altitude 02°15'14" latitude sud 028°15'14" longitude Est	P	-	++	+	-	++	+
Kalengo 1677m d'altitude 02°14'55,6" latitude sud 028°48'46,2" longitude Est	V	-	++	-	+	+++	+
Kaleba 1715m d'altitude 02°13'41,7" latitude sud 028°30'22,1" longitude Est	S	+	+	+	++	++	+
Kaliba 1462m d'altitude 02°15'33,2" latitude sud 028°52'07,4" longitude Est	SV	-	++	+	-	+	+
Kamirihembe 1637m d'altitude 02°14'15,7" latitude sud 028°49'22,7" longitude Est	V	+	+	+	++	++	+
Kamunyerere 1599m d'altitude 02°13'11" latitude sud 028°49'52" longitude Est	V	-	++	-	+	+	-
Kayumaga 1626m d'altitude 02°14'38,2" latitude sud 028°49'44,3" longitude Est	SV	-	++	++	+	++	+
Lwiro 1674m d'altitude 28°45' - 28°85' de longitude Est et 2°15' - 2°30' de latitude Sud)	S	++	++	-	+	+	+
Lulonge 1556m d'altitude 02°13'41,7" latitude sud 028°30'22,1" longitude Est	V	+++	++	+	-	+	+
Nabikonongo 1607m d'altitude 02°12'53,7" latitude sud 028°50'05,2" longitude Est	S	-	++	-	-	+	+
Nkene 1477m d'altitude 02°13'04,6" latitude sud 028°50'05,2" longitude Est	SV	-	++	++	+	+++	+
Etang de BIKA 1677m d'altitude 02°14'56,2" latitude sud 028°18'47,1" longitude Est	V	-	+	+	+	+	+

Légende: - : Absence, + : Peu abondant, ++ : Moyen, +++ : Très abondant, V: vaseux, SV: Sable – vaseux, S: Sableux, P: Pierreux

Tableau 2 : Espèces de mollusques recensées selon le site prospecté de 1997 à 2009. (+): Présence et (-): absence

Famille/ Espèces de mollusques																									
Site	Acylidae	<i>Ferrissia burnipi</i>	Ampillaridae	<i>Pila ovata</i>	Bythiniidae	<i>Gabbiella spiralis</i>	Lymnaeidae	<i>Lymnaea collumela</i>	<i>Lymnaea natalensis</i>	Planorbidae	<i>Biomphalaria pfeifferi</i>	<i>Bulinus forskalii</i>	<i>Bulinus globosus</i>	<i>Bulinus</i> sp	<i>Lentorbis junodi</i>	<i>Segmentalis excavatus</i>	<i>Segmentorbis kempi</i>	Pomatopsidae	<i>Tomschia hendreckxis</i>	<i>Tomchia kivuensis</i>	Thiaridae	<i>Melanoïdes tuberculata</i>	<i>Potadoma ignobilis</i>	Sphaeriidae	<i>Pisidium casertanum</i>
Bidagarha		-		+		-		-	+		+	+	-	-	-	-	-		-	+		-	+		+
Birunga		+		+		-		-	+		+	-	-	+	-	-	-		-	+		-	+		+
Chashonzi		-		-		-		-	+		+	-	-	-	-	-	-		-	+		-	+		+
Chiduha		+		-		-		-	+		+	-	-	-	+	-	-		-	-		-	+		+
Chihembe		-		-		-		-	+		+	-	-	-	-	-	-		+	+		-	+		+
Choga		-		-		-		-	+		+	-	-	+	-	-	-		-	+		-	+		+
Gashukabatware		-		-		-		-	+		+	-	-	-	+	-	-		-	-		-	+		+
Kalengo		+		+		-		-	+		+	+	+	+	-	-	-		-	+		-	+		+
Kaleba		-		-		-		-	+		+	-	-	-	-	-	-		-	-		-	+		+
Kaliba		-		-		-		+	+		+	-	-	-	-	-	-		-	+		+	-		-
Kamirihembe		-		-		+		-	+		+	-	-	-	-	-	+		-	+		-	+		+
Kamunyerere		-		-		-		-	+		+	-	-	-	-	-	-		-	-		-	+		+
Kayumaga		-		-		-		+	+		+	-	-	-	-	+	-		-	-		-	+		+
Lwiro		+		-		-		-	+		+	-	-	-	-	-	-		-	-		-	+		+
Lulonge		-		-		-		-	+		+	-	-	+	-	-	-		-	+		-	+		+
Nabikonongo		-		-		-		-	+		+	-	+	-	-	-	-		-	+		-	+		+
Nkene		-		-		-		-	+		+	-	-	+	-	-	-		-	+		-	+		+
Etang de Bika		-		+		-		-	+		+	+	-	+	-	-	-		-	+		-	-		+
Nombre de sites abritant l'espèce		4		4		1		2	18		18	3	2	6	2	1	1		1	12		1	16		17

Variation annuelle du taux d'infestation de *Biomphalaria pfeifferi*.

Le taux annuel d'infestation cercarienne de *Biomphalaria pfeifferi* au cours de 16 dernières années dans les écosystèmes de la Zone de Santé de Katana est présenté dans la figure 1. Le taux d'infestation

annuel varie d'une année à l'autre. L'année 2008 connaît le taux le plus élevé comparativement à d'autres années. Le minimum du taux d'infestation (0,34 %) est atteint en 1994. Cette évolution du taux d'infestation concorde bien avec les variations du nombre des sites à *Biomphalaria pfeifferi*.

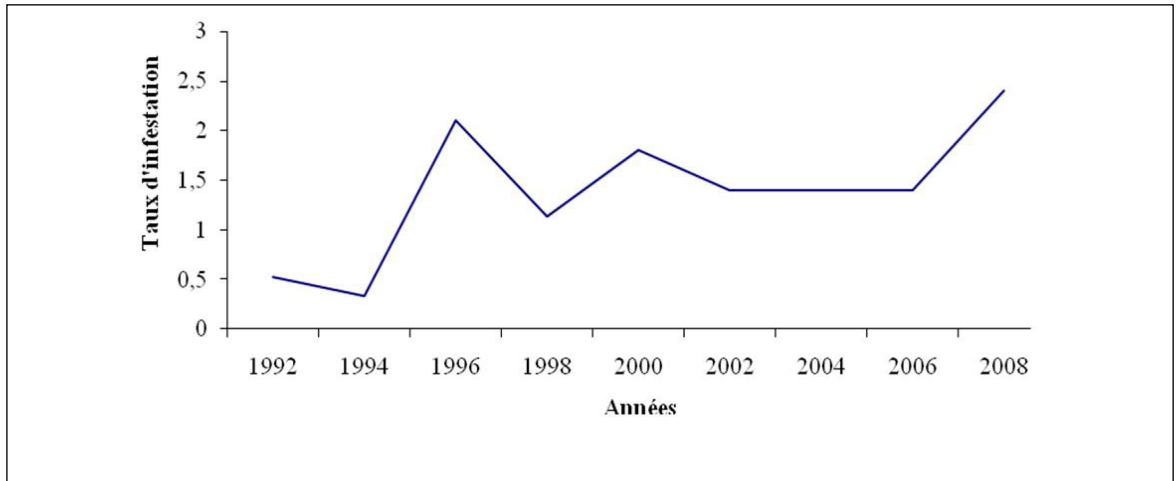


Figure 1 : Variation annuelle du taux d'infestation (%) de *Biomphalaria pfeifferi*

Variation annuelle des sites de *Biomphalaria pfeifferi*

La variation des sites à *Biomphalaria pfeifferi* dans les écosystèmes aquatiques de la Zone de Santé de Katana est rapportée par la figure 2.

Dans la zone de santé de Katana, les sites de *Biomphalaria pfeifferi* au nombre de sept sont restés stables entre 1979 et 1988. Ce nombre a

significativement varié d'une année à l'autre entre 1989 et 2009, passant à 19 en 2009 ($p < 0,001$).

Les foyers de transmission de la schistosomiase à *Schistosoma mansoni* sont caractérisés par un courant lent, une couverture végétale nulle ou très faible, une profondeur de 3 cm à 45 cm, une végétation aquatique abondante et une température de l'eau comprise entre 20°C et 28°C (tableau 3).

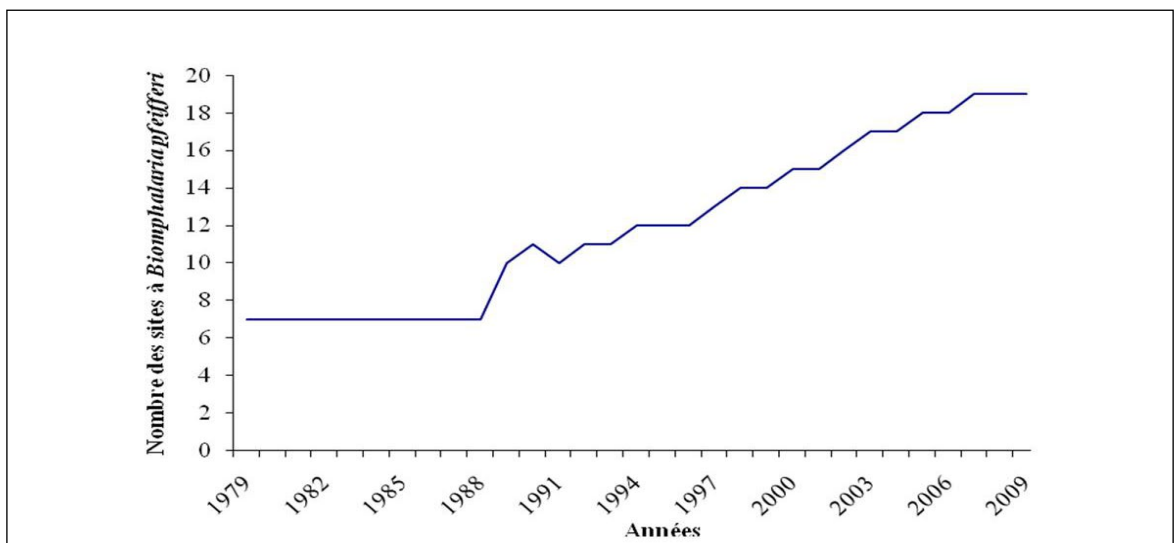


Figure 2 : Variation du nombre des sites à *Biomphalaria pfeifferi* dans les écosystèmes aquatiques de la Zone de Santé de Katana sur une période de 30 ans

Tableau 3 : Caractéristiques des foyers de transmission de *Schistosoma mansoni* des sites prospectés en 2009

Cours d'eau	Bidagarha	Birunga	Chashonzi	Ciduha	Cihembe	Choga	Gashukabatware	Kalengo	Kaleba	Kamirhembe	Kamunyerere	Kayumaga	Lwiro	Luloge	Nabikonongo	Nkene	Kaliba	Bika
Caractéristiques																		
Profondeur cm	30	22.5	11	12	20	20	45	30	25	40	7	3	23	4	25	12	12	25
Température °C	28	22	22	24	24	21	23	23	22	22	23	23	25	24	24	25	23	20
Fonds	vp	V	v	pv	v	S	v	s	V	V	s	v	s	s	v	v	v	v
Végétation aquatique	++	++	+++	+++	++	+++	+++	++	++	+++	+++	++	++	++	++	+++	+++	+++
Couverture végétale	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	++	-	-	-	-	-	-	-
Courant	Lent	Lent	Lent	Lent	Lent	Lent	Lent	Lent	Lent	Lent	Lent	Lent	Lent	Lent	Lent	Lent	Lent	Lent

Légende: V: vase S: sable +: peu abondant ++: moyennement abondant P: pierre +++: très abondant -: absence

Variation des moyennes annuelles de température et précipitation

Les variations de température et des précipitations à différentes périodes sont présentées dans les figures 3, 4 et 5.

La période comprise entre 1979 à 1988 était caractérisée par une moyenne de pluies de 1589 mm $\pm$ 122,4 avec un minimum de 1428,7 mm et un maximum de 1850,4 mm. La température moyenne se situait à 19,71°C $\pm$ 0,34 avec un minimum de 19,16°C et un maximum de 20,16°C. C'était une période très humide.

La période comprise entre 1989 et 2008 était caractérisée par une moyenne de pluies de 1606,85mm $\pm$ 125,8 relativement plus élevée que la première période, avec un minimum de 1419,3 mm un peu inférieur à la période précédente et un maximum qui monte jusqu'à 1809 mm également inférieur à la période précédente. La température se situait à une moyenne de 19,91°C $\pm$ 0,29 avec un minimum de 19,50°C et un maximum de 20,50°C. Les moyennes de températures annuelles montrent bien une tendance à l'augmentation avec des valeurs supérieures aux précédentes. On constate que la moyenne de pluie augmentait au même rythme que la température. Elle était caractérisée par une moyenne de pluie de 1596,5 mm $\pm$ 247,6 un peu inférieure à la

deuxième période et supérieure à la première période ; le minimum était de 1316,6mm, très inférieur à ceux des deux précédentes périodes et un maximum à 2186 mm qui était le pic le plus élevé de toutes les trois périodes. La température moyenne était de 20,27°C $\pm$ 0,33 avec un minimum qui descend à 19,60°C encore supérieur à ceux des deux précédentes périodes et un maximum de 20,60°C avec le même constat à l'augmentation par rapport aux deux précédentes périodes. C'était une période qui a connu des années très chaudes et d'autres pluvieuses, avec des grandes quantités de pluies (figure 5).

Le diagramme ombrothermique de la station de Lwiro présente les moyennes mensuelles sur 20 ans (de 1989 à 2008) pour la température et la pluie (figure 6).

Prévalence de la Schistosomiase

Le dépouillement des rapports annuels de la Zone de Santé de Katana de 1984 à 2008 sur la schistosomiase (BCZ-Fomulac, 2009), indique que le taux de prévalence de la schistosomiase à *Schistosoma mansoni* varie d'une année à l'autre. Il était de 0,2% et 19% respectivement en 1999 et 2001. La différence est significative avec $p = 0,0002$, pour le taux d'infestation et $p < 0,0001$ pour le nombre de sites (figure 7).

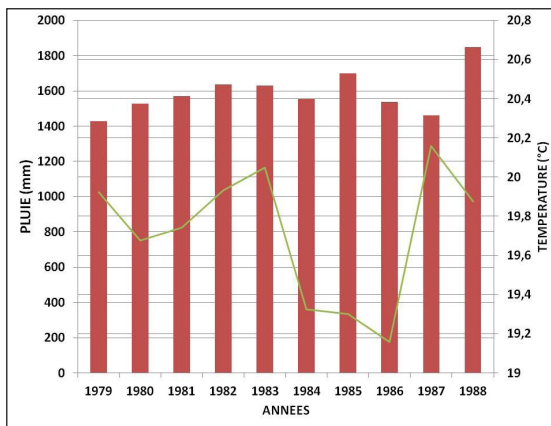


Figure 3 : Moyennes annuelles des pluies et des températures de 1979 à 1988

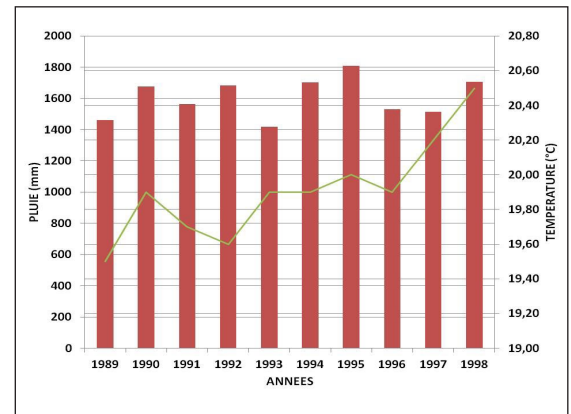


Figure 4 : Moyennes annuelles de température et de pluviométrie de 1989 à 1998

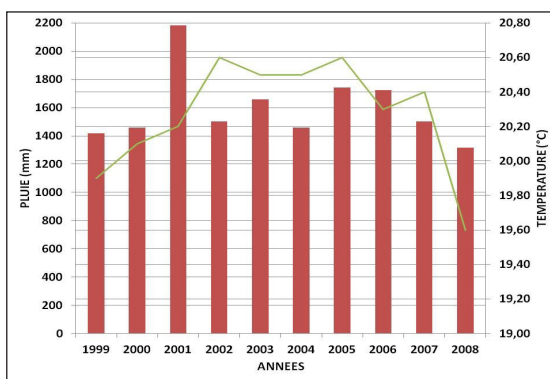


Figure 5 : Moyennes annuelles de température et de pluviométrie de 1999 à 2008

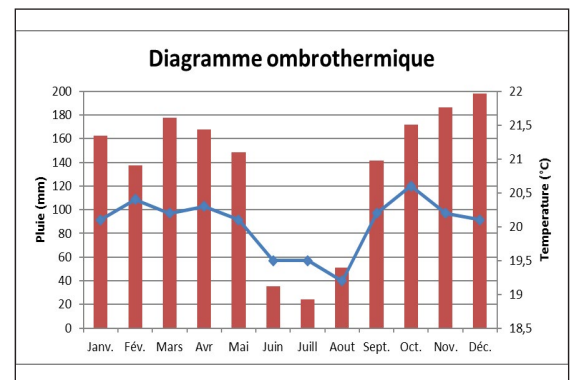


Figure 6 : Moyennes mensuelles de température et de pluviométrie de 1989 à 2008

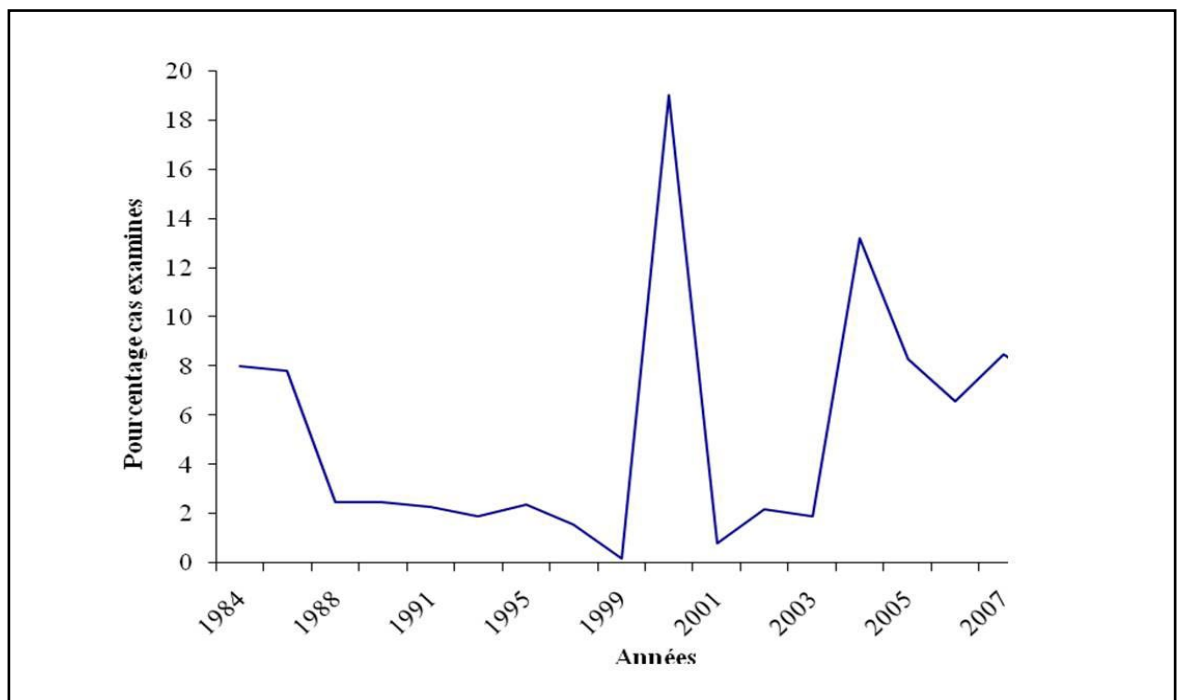


Figure 7 : Variation du taux de prévalence de la Schistosomiose dans la Zone de Santé de Katana de 1984 à 2008.

Discussion

De l'analyse des effets de la variabilité climatique sur la prévalence des vecteurs de la schistosomiase à Katana, il ressort que les changements écologiques générés par le climat ont favorisé l'extension des habitats propices aux hôtes intermédiaires de ces schistosomes. Nos résultats sont semblables à ceux de Bagalwa et Baluku (1997) qui ont travaillé sur la distribution des mollusques hôtes intermédiaires vecteurs des schistosomiasis humaines à Katana, au Sud-Kivu et à l'Est du Zaïre. Ils sont également en accord avec ceux obtenus par Baluku *et al.* (2000), qui ont montré que *Biomphalaria Pfeifferi* est le seul hôte intermédiaire de la schistosomiase humaine dans la région. Les recherches des cercaires dans plusieurs mollusques connus comme étant hôtes intermédiaires de la schistosomiase intestinale ont montré que c'est, seulement *Biomphalaria pfeifferi* qui avait des cercaires en son sein. Nos résultats sont conformes à ceux de Fain (1952), de Loreau et Baluku (1987), de Karume *et al.* (2008) qui ont montré clairement une prolifération des gîtes à *Biomphalaria pfeifferi* dans cette région. Entre 1979 et 1988, les sites à *Biomphalaria pfeifferi* étaient au nombre de sept mais sont passés de 10 à 19 au cours de la période située entre 1989 et 2009. Des espèces de mollusques ont fait leur apparition dans les sites prospectés en raison du réchauffement climatique et des modifications des régimes de précipitations. Nos observations sont semblables à ceux de Servat *et al.* (1998) qui ont travaillé sur la variabilité des régimes pluviométriques et hydrologiques en cette fin de siècle, en Afrique de l'Ouest non sahélienne et Centrale. Les mollusques sont inégalement répartis, certains sont abondants pendant la saison de pluie tandis que d'autres sont nombreux pendant la saison sèche. Nos observations concordent avec ceux de Nouaceur (2011) qui mentionne que la distribution des mollusques dans une région donnée est influencée par la pluie et la température. Notre travail démontre que le nombre de mollusques hôtes intermédiaires de la bilharziose intestinale a augmenté comparativement aux résultats des chercheurs Bagalwa et Baluku (1997). Suite à l'augmentation de la température qui est un facteur favorable à leur survie, ces différentes espèces de mollusques que sont *Pila ovata*, *Bulinus* sp., *Biomphalaria pfeifferi*, *Ferrissia burnipi* ont été identifiés au cours de la présente étude dans les rivières Lwiro, Bidagarha, Choga, Kamirihembe, Lulonge, Nkene, et dans l'étang Bika. Nos prédécesseurs n'avaient pas observé ces mollusques dans ces rivières. Dans la présente étude, la température idéale de vie de mollusques a varié entre 22°C et 36°C. Mebarki (2010) indique

qu'une température comprise entre 20°C et 28°C est favorable à la survie des mollusques des ruisseaux. Cette variation de température de ces écosystèmes a un impact sur l'installation et la prolifération de gîtes à *Biomphalaria pfeifferi* ainsi que l'infestation par les schistosomes dans la Zone de Santé de Katana. La température intervient dans tous les processus vitaux des mollusques, elle influence naturellement la ponte et le développement des œufs. En général, *Biomphalaria pfeifferi* est remarquablement tolérant aux variations de température. Dans certains biotopes cependant, la température joue un rôle prépondérant dans l'équilibre des autres facteurs écologiques et acquiert ainsi indirectement une importance décisive pour certaines populations. C'est le cas de *Pila ovata* dans le ruisseau Bidagarha. La température dans les ruisseaux varie entre 28° à Bidagarha et 20°C dans l'étang de Bika. La différence de température d'un ruisseau à l'autre est grande, elle est en moyenne de 2°C. Les températures moyennes annuelles de la station de Lwiro ont varié considérablement de 1979 à 1988 et de 1989 à 1998 puis de 1999 à 2008. L'analyse des données observées à la station météorologique de Lwiro montre que la température a tendance à augmenter durant ces trois périodes alors que les pluies subissent des fluctuations. La variation annuelle de pluies n'est pas proportionnelle à celle de la température. La tendance actuelle est dans le sens de l'augmentation (Githeko *et al.*, 2000) avec toutes ses conséquences dans ce milieu de Katana.

Le fond dans nos sites d'échantillonnage est en général vaseux. Quatorze sites sur dix-huit ont un fond vaseux, soit 77% des habitats prospectés. La végétation aquatique est abondante dans tous les sites. Les ruisseaux sont couverts par une végétation abondante et cela a comme conséquence la rareté des mollusques qui n'ont pas de quoi se nourrir par manque d'algues. Les mollusques *Biomphalaria pfeifferi* et *Lymnaea natalensis* ont été retrouvés dans tous les ruisseaux. En revanche *Lymnaea collumela* a été trouvé uniquement à Kaliba et Kayumaga alors que *Tomichia hendrexii*, *Segmentorbis kempii*, *Melanoides tuberculata*, *Bulinus truncatus* et *Segmentorbis excavatus* ont été récoltés dans un seul ruisseau, chacun.

Dans la présente étude, le maximum des précipitations (2182 mm) a été obtenu en 2001 et le minimum (1316 mm) en 2008. Cette situation a été constatée par d'autres chercheurs tel que (Karume *et al.*, 2008) dans la région. Le taux d'infestation maximum était de 19% en 2000 et le minimum

de 0,2 % en 1999. Les conditions sanitaires et hygiéniques de la population vivant dans ce milieu d'étude ont grandement contribué à l'émergence de cette maladie, constituant ainsi un facteur favorisant, comme le signalent Bagalwa et Baluku en 1998.

Une progression lente de l'endémie à *Schistosoma mansoni* dans la Zone de Santé de Katana été observée. La prévalence de la schistosomiase dans la zone a significativement augmenté d'année en année. Le taux d'infestation à *Biomphalaria pfeifferi* a significativement augmenté également, le taux le plus élevé ayant été enregistré en 2008. Ce taux est en corrélation avec l'augmentation des sites à *Biomphalaria pfeifferi*.

De l'ensemble de ces observations, il ressort qu'un éclaircissement maximal (couverture végétale minimale), une végétation aquatique abondante (*Cyperus* sp., et autres), un courant minimal et une température au-dessus de 21°C, sont propices à la prolifération de *Biomphalaria pfeifferi*. Ces

conditions sont particulièrement réunies dans les ruisseaux prospectés où s'installe *Biomphalaria pfeifferi*. Le même constat a été fait par Loreau et Baluku (1987) dans cette même région. On a remarqué que dans les étangs où il n'y avait pas des mollusques auparavant à cause de la température basse des eaux (18°C), *Biomphalaria pfeifferi* avait colonisé ce biotope, lorsque la température avait augmenté (20°C). L'ombrage avait aussi un effet très négatif sur la densité des mollusques (Loreau et Baluku, 1987). *Biomphalaria pfeifferi* ne vit pas dans un site où la couverture végétale est dense parce que l'ombrage empêche la pénétration des rayons solaires qui favorisaient la production d'algues par photosynthèse et dont se nourrissent les mollusques.

L'abondance de la végétation aquatique et les débris végétaux sont des facteurs qui favorisent la prolifération des mollusques car ils servent à l'alimentation et au support (périphyton) ainsi qu'à la reproduction (support de ponte) comme l'indique Baluku (1987).

Conclusion

Ce travail a montré une augmentation de la température de 1°C dans les différents écosystèmes de la Zone de Santé de Katana de 1979 à 2009 ainsi qu'une augmentation du nombre de sites de transmission de la schistosomiase. Le taux d'infestation des mollusques *Biomphalaria pfeifferi* a augmenté de 0,34 % en 1994 à 2,4% en 2008.

Certains individus de *Biomphalaria pfeifferi*, hôtes intermédiaires pour la schistosomiase ont fait leur apparition dans la Zone de Santé suite aux

conditions favorables à leur installation. Il s'agit notamment de l'augmentation de la température des eaux. Quant à la prévalence de la schistosomiase dans la Zone de Santé de Katana, il a varié d'une année à l'autre en dents de scie, passant de 0,2% en 1999 à 19% en 2001.

L'écart entre la répartition de *Biomphalaria pfeifferi* et la prévalence de la schistosomiase dans la Zone de Santé de Katana résulterait des variations de température et de pluviométrie.

Remerciements

Nous voudrions exprimer notre gratitude au Chercheur Ir Rubabura Kituta Dodo, au Médecin Chef de la Zone de Katana, aux infirmiers de l'hôpital Fomulac, aux prêtres de la paroisse de Mwanda, pour leur hospitalité, leur dévouement et leur encadrement tout au long de ce travail.

Nous remercions également les techniciens du Laboratoire de Malacologie pour leur patience. Ils ont accepté de nous accompagner tout au long de ce travail, contre vents et marais. Que tous ceux qui ont apporté leur contribution à la réalisation de ce travail soient remerciés.

Références Bibliographiques

- Bagalwa M, Baluku B. 1997.** Distribution des mollusques hôtes intermédiaires des schistosomoses humaines à Katana, Sud-Kivu, État du Zaïres. *Médecine tropicale*, 57 : 369-372.
- Bagalwa M, Baluku B. 1998.** Variation mensuelle du taux d'infestation et du potentiel de transmission de *Biomphalaria pfeifferi* dans deux systèmes aquatiques à Lwiro, RDC. *Médecine tropicale*, 58 : 372-374.
- Baluku B. 1987.** Contribution à l'étude des hôtes intermédiaires des bilharzioses : écologie des mollusques dulcicoles dans deux cours d'eau du Zaïre oriental. Thèse ès sciences, Université Libre de Belgique, 421 p.
- Baluku B, Bagalwa M, Bisimwa B. 2000.** Enquête parasitologique sur la schistosomiase à *Schistosoma mansoni* à Katana, République Démocratique du Congo. *Médecine tropicale*, 60 : 163-166.
- BCZ-Fomulac. 2009.** Rapport annuel de la Zone de Santé de Katana de 1984 à 2008.
- Bennike T, Frandsen F, Mandahl-Barth G. 1976.** La bilharziose à Kinshasa, données actuelles et danger pour l'avenir. Études malacologiques, biologiques, cliniques et épidémiologiques. *Annales de la Société belge de Médecine Tropicale*. 56 (6) : 419-437.
- Berry E, Dobroyolny G. 1960.** L'emploi des molluscicides contre les mollusques aquatiques. *Bulletin OMS*, 48, 27p.
- Brown DS. 1994.** Fresh water Snails of Africa and medical importance, Taylor Francis, London, 1948p.
- Fain N. 1952.** Contribution à l'étude des formes larvaires des trématodes au Congo Belge et spécialement de la larve de *Schistosoma mansoni*. Mémoire Institut Royal de Colonies Belges, 22 (1), 311p.
- Githeko A K, Lindsay SW, Confalonieri UE, Patz JA. 2000.** Changement climatique et maladies à transmission vectorielle: une analyse régionale. *Bulletin of the World Health Organisation*, 78 (9) : 1136-1147.
- Karume K, Bagalwa M, Isumbisho P, Majaliwa M, Mugemangagu Z. 2008.** Climate variability in the Albertine Rift region. ARCOS report, 12p.
- Loreau M, Baluku B. 1987.** Population's dynamics of the freshwater snail *Biomphalaria pfeifferi* in Eastern Zaïre. *Journal of Molluscan Studies*, 53: 249-265.
- Mebarki A. 2010.** Surface flows and hydrologic balance mapping: the case of the Eastern Algerian basins. *Science et changements planétaires / Sécheresse*, 21 (I 4): 3-10.
- Niemann G, Lewis F. 1990.** *Schistosoma mansoni*: influence of *Biomphalaria glabrata* size on susceptibility to infection and resultant cercarial production. *Experimental Parasitology*, 70: 286-292.
- Nouaceur Z. 2011.** Vers un retour des pluies sur la rive sud du bassin méditerranéen occidental : analyse et évaluation de la tendance pluviométrique sur plus d'un demi – siècle en Algérie. *The Annals of Valahia University of Târgoviște, Geographical Series*, 11: 31-36.
- Olivier L, Scheiderman M. 1956.** Method for estimating the density of aquatic snail populations. *Experimental Parasitology*, 5 (2) :109-117.
- OMS. 1987.** Atlas de la Schistosomiase, Presse Universitaire de Bordeaux, O.M.S 171-182.
- Sellin B. 1994.** Distribution spatiale des mollusques hôtes intermédiaires potentiels des Schistosomes et leurs biotopes au Burkina-Faso. Rapport OCCGE, 101 : 12-19.
- Servat E, Paturel JE, Kouame B, Tavaglio M, Ouedraogo M, Boyer JF, Lubes NH, Fritsch JM, Masson JM, Marieu B. 1998.** Identification, caractérisation et conséquences d'une variabilité hydrologique en Afrique de l'ouest et centrale. In: Servat Eric (ed.). Water resources variability in Africa during the 20th century. ISH Publication, 252: 323-337.

CONTRIBUTION À L'ÉTUDE PARASITOLOGIQUE DES MOLLUSQUES *Physa acuta* (Gasteropoda : Physidae) DANS LA RÉGION DE KATANA, EST DE LA RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO

BATUMIKE C^{1*}, BAGALWA M¹, NDEGEYI K¹, BAHIZIRE K¹, BABWIRIZA K², TAMANI M¹, BALUKU B¹

RÉSUMÉ

En vue d'inventorier tous les parasites naturels des mollusques *Physa acuta*, une étude parasitologique a été conduite dans la région de Katana de 2016 à 2018 avec pour objectif de déterminer le taux d'infestation naturelle par les parasites susceptibles d'infester l'homme et le bétail. Les mollusques ont été récoltés dans des étangs piscicoles, sources, ruisseaux, rivières et le lac Kivu. Ils ont été examinés au laboratoire de malacologie du centre de recherche en sciences naturelles (CRSN) de Lwiro en utilisant la méthode cercariométrique. Quatre groupes de cercaires ont été identifiées : les Furcocercaires, les Xiphidiocercaires, les Gymnocephalus et les Amphistomes. Le taux d'infestation global des mollusques *Physa acuta* est de 16,4 %. Les mollusques *Physa acuta* émettant des cercaires ont été trouvés infestés dans des écosystèmes aquatiques pollués par des matières fécales des ruminants et fréquentés par les oiseaux aquatiques. La présence des habitations et des activités anthropiques aux environs de ces écosystèmes aquatiques sont des facteurs potentiels de l'infestation des mollusques *Physa acuta* dans la région de Katana. Des efforts doivent être menés pour diminuer le risque de contamination, pour l'amélioration de la santé, l'hygiène et le contrôle de la population des mollusques dans la région de Katana.

Mots clés : Parasite, *Physa acuta*, Cercaires, Infestation, Région de Katana

CONTRIBUTION TO THE PARASITOLOGICAL SURVEY OF SNAILS *Physa acuta* (Gasteropoda: Physidae) IN KATANA REGION, EAST OF DEMOCRATIC REPUBLIC OF CONGO

ABSTRACT

In order to inventory all natural parasites of *Physa acuta* molluscs, a parasitological study was conducted in the Katana region from 2016 to 2018 with the aim of determining the rate of natural infestation by parasites likely to infest humans and cattle. The molluscs were collected from fish ponds, springs, streams, rivers and Lake Kivu. They were examined in the malacology laboratory of the Lwiro Natural Sciences Research Center (CRSN) using the cercariometric method. Four groups of cercariae have been identified: Furcocercariae, Xiphidiocercariae, Gymnocephalus and Amphistomes. The overall infestation rate for *Physa acuta* molluscs is 16.4 %. *Physa acuta* molluscs emitting cercariae have been found infested in aquatic ecosystems polluted by feces of ruminants and frequented by aquatic birds. The presence of human habitation and anthropogenic activities in the vicinity of these aquatic ecosystems are potential factors in the infestation of *Physa acuta* molluscs in the Katana region. Efforts must be made to reduce the risk of contamination, to improve the human health, hygiene and control the shellfish population in the Katana region.

Key words : Parasite, *Physa acuta*, Cercariae, Rate of infestation, Katana region.

¹ Centre de Recherche en Sciences Naturelles de Lwiro (CRSN-Lwiro), Province du Sud-Kivu, D.S. Bukavu, République Démocratique du Congo.

² Institut Supérieur Pédagogique de Kabare (ISP-Kabare), Province du Sud-Kivu, République Démocratique du Congo.

*Auteur de correspondance : pierrebatumike@gmail.com

Introduction

La connaissance de la biologie des mollusques-hôtes a beaucoup progressé au cours des deux dernières décennies, qu'il s'agisse de la classification taxonomique ou de la relation hôte/parasite, et il convient maintenant de concentrer les efforts sur la délimitation des foyers de transmission et les variations de la transmission en fonction de facteurs saisonniers ou autres (OMS, 1978). Les mollusques gastéropodes d'eau douce interviennent, comme hôtes intermédiaires indispensables dans le cycle de développement de nombreuses espèces indigènes d'intérêts médical et vétérinaire. Ils assurent le développement larvaire de parasites et leur transmission à l'hôte définitif de manière directe ou via un deuxième hôte aquatique, poisson ou crustacé (Baluku *et al.*, 1987). Actuellement, une prolifération des mollusques *Physa acuta* dans les écosystèmes aquatiques de la région de Katana a été constatée (Batumike *et al.*, 2014a) et pourtant cette espèce n'existait pas auparavant

dans ces écosystèmes (Baluku *et al.*, 1989; Baluku, 1987). C'est depuis 2007 que cette espèce a fait son apparition dans la région de Katana et actuellement, elle colonise plusieurs biotopes, étangs piscicoles, sources, ruisseaux, rivières (Batumike *et al.*, 2014a, 2014b). Cette espèce est reconnue comme hôte intermédiaire de la schistosomiase à *Schistosoma haematobium* dans d'autres régions (Wright, 1973 ; OMS, 1987 ; OMS, 2012). Elle est aussi hôte intermédiaire de la schistosomiase à *Schistosoma bovis*, de la Fasciolose à *Fasciola hepatica* et *Fasciola gigantica* (Brown, 1994) et de *Posthodiplostomum minimum* des poissons (Roandall et Gary, 2008).

Cependant, l'étude parasitologique de ce mollusque *Physa acuta* n'a jamais été faite dans la région de Katana jusqu'à présent. C'est dans l'objectif de déterminer les différents types de cercaires et le taux d'infestation naturelle des mollusques *Physa acuta* que ce présent travail a été réalisé.

Matériel et Méthodes

Description du milieu d'étude

La région de Katana (Irhambi et Bugorhe) englobe le Centre de Recherche en Sciences Naturelles (CRSN) de Lwiro et est située sur la rive occidentale du lac Kivu (longitude entre 28°45' et 28°85' Est, latitude entre 02°15' et 02°30' Sud, altitude entre 1465 - 2000 m). Son climat est du type tropical humide, caractérisé par une importante pluviosité moyenne supérieure à 1500 mm par an et une température moyenne modérée variable entre 18 et 20°C (Baluku *et al.*, 1989). Cette région contient plusieurs types des systèmes aquatiques : des ruisseaux, des rivières, le lac Kivu, des marais, des étangs et des sources.

Observations des facteurs biotiques et abiotiques des sites

Les prélèvements de mollusques et l'analyse des facteurs biotiques et abiotiques ont été réalisés mensuellement de janvier 2016 à décembre 2018 dans les écosystèmes aquatiques.

Les facteurs biotiques dont la végétation vivante, la végétation morte, la fréquentation humaine ou animale aux alentours des sites et les facteurs

abiotiques dont la nature du fond et la vitesse du courant, ont été notés sur les fiches de terrain par site par simple appréciation d'abondance relative selon une échelle à 4 degrés : 0 = absence, + = rare, ++ = moyenne, et +++ = abondante. Quant aux autres facteurs que sont le pH et la température de l'eau, ils ont été mesurés *in situ*.

Cercariométrie des mollusques *Physa acuta*

L'étude cercariométrique des mollusques *Physa acuta* a été pratiquée en suivant les méthodes de Berry et Dobrovolny (1960) puis de Nieman et Lewis (1990). À cet effet, chaque mollusque a été placé individuellement dans un tube à essai contenant de l'eau de robinet, et ce tube a été ensuite exposé au soleil pendant 2 heures pour provoquer l'émission des cercaires. Les cercaires émises, ont été observées et identifiées à la loupe binoculaire au grossissement X 100, à l'aide des clés de détermination de Brumpt (1987) et de Fain (1952). Les mollusques n'émettant pas des cercaires après ce temps ont été écrasés sur un verre de montre et observés à la loupe binoculaire, toujours au même grossissement.

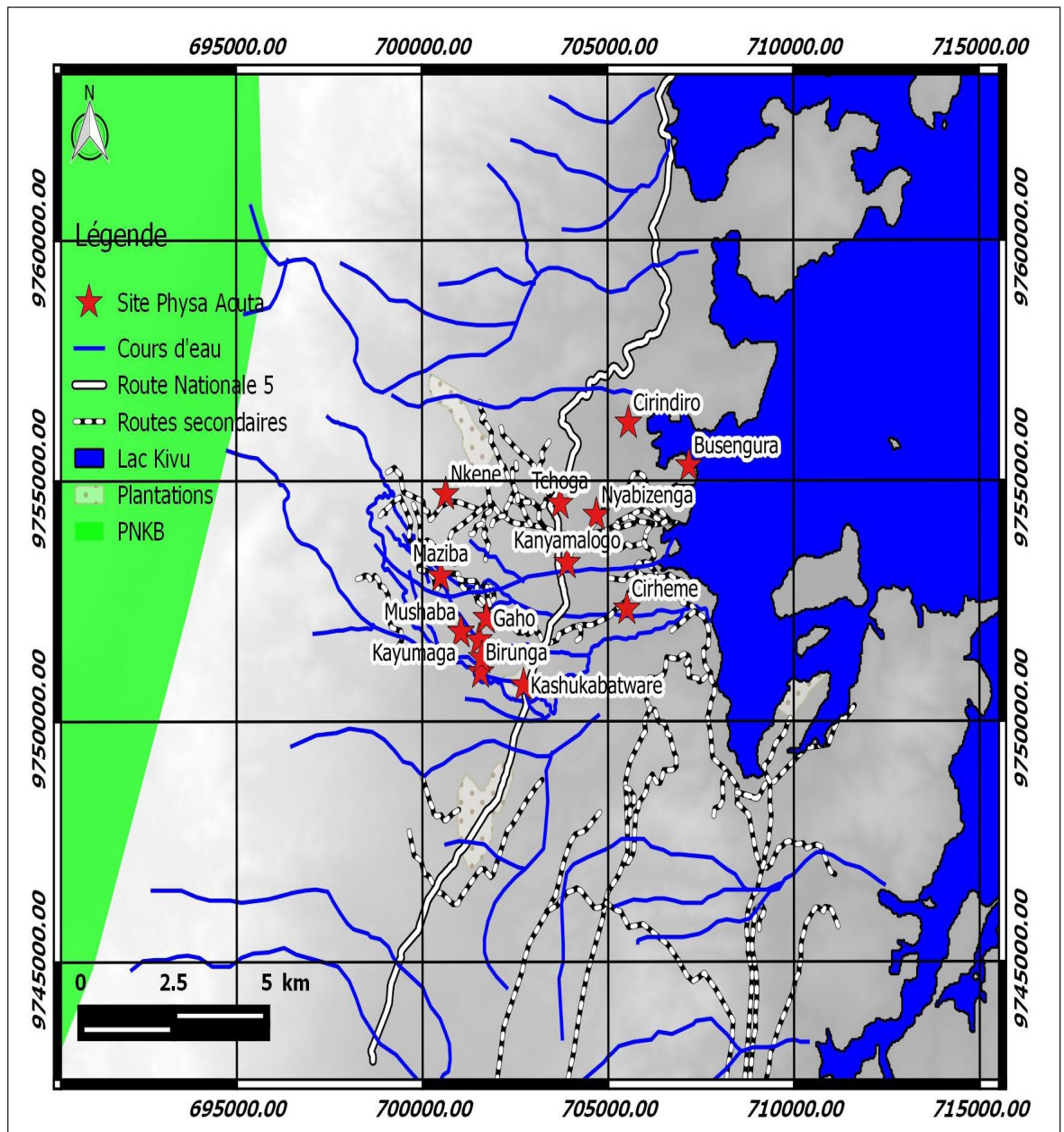


Figure 1. Localisation des sites à *Physa acuta* dans la région de Katana.

Calcul des taux d'infestation des mollusques *Physa acuta*

Les taux d'infestation cercarienne des mollusques *Physa acuta* ont été calculés par la formule de Webbe (1965) pour chaque écosystème :

$$\text{Taux d'infestation globale} = \frac{\text{Taux d'infestation globale} \times 100}{\text{Nombre total de mollusques examinés}}$$

$$\text{Taux d'infestation spécifique} = \frac{\text{Nombres des mollusques parasités pour une cercaire donnée}}{\text{Nombre total de mollusques examinés}}$$

Analyses statistiques

Les données des mollusques examinés et parasités par les cercaires ont été analysées par comparaison des moyennes en fonction des saisons, des écosystèmes et des années par l'analyse de la variance « ANOVA- one way », et par le test t de Student et le test de Chi-deux au seuil de 5 % selon les formules suivantes de Prasad (2015).

■ L'analyse de la variance «ANOVA- one way» a été utilisée pour comparer plusieurs moyennes obtenues entre les trois années d'étude, les écosystèmes et entre les espèces de parasites identifiées. Les formules suivantes nous ont permis de calculer ANOVA- one way sachant que cette analyse est basée sur le test F de Fischer-Snedécor (Prasad, 2015):

$$F = \frac{CMT}{CME}$$

Où CMT est le Carré Moyen dû aux Traitements et CME est le Carré Moyen dû aux Erreurs

Ainsi pour y arriver, on doit :

- Calculer la moyenne ($\bar{x}$) de chaque traitement par la formule:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

Où

$\sum x$ est la somme des effectifs et N est le nombre d'effectifs dans le cas des données non groupées comme les nôtres.

- Calculer la variance de chaque traitement par la formule:

$$\zeta^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N - 1}$$

- Calculer la moyenne globale de tous les traitements par la formule:

$$\bar{x} = \frac{N1.\bar{x}1 + N2.\bar{x}2 + N3.\bar{x}3 + N4.\bar{x}4}{N1 + N2 + N3 + N4}$$

- Calculer le Carré Moyen dû aux Traitements (CMT) par la formule:

$$CMT = \frac{SCT}{K - 1}$$

Où SCT, la Somme des Carrés dus aux Traitements et K est le nombre des traitements, avec SCT donné par la formule :

$$SCT = N1 (\bar{x}1 - \bar{x})^2 + N2 (\bar{x}2 - \bar{x})^2 + N3 (\bar{x}3 - \bar{x})^2 + N4 (\bar{x}4 - \bar{x})^2$$

- Calculer le Carré Moyen dû aux Erreurs (CME) par la formule:

$$CME = \frac{SCE}{(N1 + N2 + N3 + N4) - K}$$

Où SCE, la Somme des Carrés dus aux Erreurs, avec SCE donné par la formule :

$$SCE = (N1-1) \zeta^2 + (N2-1) \zeta^2 + (N3-1) \zeta^2 + (N4-1) \zeta^2$$

Le ddl (degré de liberté) est déterminé en prenant la valeur K-1 comme numérateur et la valeur (N1+N2+N3+N4)-K comme dénominateur (Prasad, 2015).

■ Le test t de Student a permis la comparaison de deux moyennes observées des taux d'infestation entre les saisons sèche et pluvieuse avec n (taille de l'échantillon) inférieur à 30 (Prasad, 2015). Les formules suivantes ont été utilisées pour calculer t sachant que cette analyse est basée sur le test t de Student :

$$t = \frac{M1 - M2}{\sqrt{\frac{\zeta^2}{n1} + \frac{\zeta^2}{n2}}}$$

$$\text{Avec } \zeta^2 = \frac{\sum (x - M1) + \sum (x - M2)}{(n1 + n2) - 2}$$

$$\text{et } M = \frac{\sum x}{n}$$

Où M1 et M2 sont les moyennes saisonnières du taux d'infestation et S^2 est la variance saisonnière du taux d'infestation ; n1 et n2 sont les nombres d'années de l'étude et $\sum x$ est la somme, avec ddl = (n1+n2)-2 (Prasad, 2015).

■ Le test de Chi-deux (χ^2) a servi pour la comparaison des résultats observés au cours de années d'études dans les types d'écosystèmes aquatiques pour chaque espèce de parasite, en considérant les différentes moyennes comme résultats théoriques (Prasad, 2015). Les formules suivantes ont été utilisées pour calculer χ^2 sachant que cette analyse est basée sur le test χ^2 de Chi-carré (Prasad, 2015):

$$\chi^2 = \frac{\sum (Ci - Oi)^2}{Oi}$$

Où Ci est la valeur observée et Oi la valeur théorique ; $\sum$ est la somme

Avec ddl = (l-1) (c-1) où ddl est le degré de liberté, l est le nombre de lignes et c est le nombre de colonnes (Prasad, 2015).

Il est à noter que lorsque la valeur calculée est supérieure à la valeur théorique au seuil de 5 % utilisé, on conclut qu'il y a une différence statistiquement significative et dans le cas contraire, on conclut que la différence statistique n'est pas significative (Prasad, 2015), avec F_c du test de Fischer-Snedécor calculé pour l'ANOVA- one way, t_c du test de Student calculé et χ^2_c du test de Chi-deux calculé. Les valeurs de comparaison ont été lues dans les tables de chaque test (Prasad, 2015) et ont constitué les valeurs tabulaires dont F_t du test de Fischer-Snedécor tabulaire, t_t du test de Student tabulaire et χ^2_t du test de Chi-deux tabulaire respectivement.

Résultats

La classification taxonomique des cercaires observées chez les mollusques *Physa acuta*, a permis d'identifier 4 espèces de parasites que sont: *Schistosoma berghei*, *Schistosoma granulata*, *Schistosoma sigmaïda* et *Schistosoma truncatulae*. Toutes ces espèces appartiennent au genre *Schistosoma*, à la famille des Schistosomitidae, à l'ordre de Prostomata, à la classe des Trématodes, au phylum des Plathelminthes et au règne Animal.

Certains facteurs biotiques et abiotiques des systèmes aquatiques de la région de Katana ont été étudiés dans les différents sites de prélèvement et sont présentés dans le tableau 1.

La température et le pH de l'eau ont été dans les limites acceptables. Quant à la vitesse du courant, la présence de la végétation aquatique et la végétation morte, elles ont une influence sur la distribution des mollusques *Physa acuta*.

Tableau 1: Classification taxonomique des espèces des cercaires identifiées dans les mollusques *Physa acuta*.

Embranchement	Classe	Ordre	Famille	Genre	Espèce
Plathelminthes	Trématodes	Prostomata	Schistosomitidae	Schistosoma	<i>Schistosoma berghei</i>
					<i>Schistosoma granulata</i>
					<i>Schistosoma sigmaïda</i>
					<i>Schistosoma truncatulae</i>

Tableau 2. Nombre de mollusques examinés, nombre de mollusques parasités et taux d'infestation des espèces des cercaires identifiées dans les mollusques *Physa acuta* pendant la période d'étude.

Espèces de cercaires Année	<i>Schistosoma berghei</i> (Furcocercaires)			<i>Schistosoma granulata</i> (Xiphidiocercaires)			<i>Schistosoma sigmaïda</i> (Gymnocephale)			<i>Schistosoma truncatulae</i> (Amphistome)			TOTAL		
	Nme	Nmp	Ti (%)	Nme	Nmp	Ti (%)	Nme	Nmp	Ti (%)	Nme	Nmp	Ti (%)	Nme	Nmp	Ti (%)
2016	189	0	0	201	35	1,4	185	62	2,5	142	19	0,8	717	116	4,7
2017	175	0	0	216	43	1,7	298	89	3,6	128	39	1,6	817	171	6,9
2018	306	15	0,6	284	36	1,4	156	54	2,2	179	15	0,6	925	120	4,8
Total	670	15	0,6	701	114	4,5	639	205	8,3	449	73	3	2459	407	16,4

Légende : Nme = nombre de mollusques examinés ; Nmp : nombre de mollusques parasités ; Ti : taux d'infestation des mollusques.

Le tableau 2 présente le nombre de mollusques examinés, le nombre de mollusques parasités et le taux d'infestation des espèces de cercaires identifiées dans les mollusques *Physa acuta* pendant la période d'étude.

Il ressort du tableau 2 que le taux d'infestation varie d'une année à une autre et d'une espèce à une autre. Cependant, au cours de ces trois années d'étude (de 2016 à 2018), sur 2459 mollusques *Physa acuta* examinés, 407 ont été globalement parasités par des cercaires soit un taux d'infestation de 16,4 %. Les mollusques récoltés en 2017 ont été relativement les plus infestés avec un taux d'infestation de 6,9 %.

Les résultats de l'ANOVA montrent une différence statistiquement significative ($F_c = 9,865$ et $F_t = 4,07$) entre les taux d'infestation durant les

trois années d'étude et entre les espèces de parasites identifiés.

Les résultats du test de Chi-deux, montrent plutôt qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les taux d'infestation pour chaque espèce de parasite au cours de ces 3 années d'étude (*Schistosoma berghei*: $x^2_c = 0,12$ et $x^2_t = 5,99$; *Schistosoma granulata*: $x^2_c = 0,044$ et $x^2_t = 5,99$; *Schistosoma sigmaïda*: $x^2_c = 0,39$ et $x^2_t = 5,99$ et *Schistosoma truncatulae*: $x^2_c = 0,56$ et $x^2_t = 5,99$).

Ces résultats montrent que le taux d'infestation de mollusques *Physa acuta* a été le plus élevé avec *Schistosoma sigmaïda*, soit 3,6 % en 2017, et nul avec *Schistosoma berghei*.

Le tableau 3 présente le taux d'infestation saisonnier des mollusques *Physa acuta* durant les trois années d'étude.

Tableau 3. Taux d'infestation saisonnier durant les trois années d'étude (2016 à 2018).

Années	Saison sèche			Saison de pluies			Total		
	Nme	Nmp	Ti (%)	Nme	Nmp	Ti (%)	Nme	Nmp	Ti (%)
2016	392	53	2,2	325	63	2,5	717	116	4,7
2017	401	103	4,2	416	68	2,7	817	171	6,9
2018	404	89	3,6	521	31	1,2	925	120	4,8
Total	1197	245	10,0	1262	162	6,4	2459	407	16,4

Légende : Nme: nombre des mollusques examinés, Nmp: nombre des mollusques parasités et Ti: taux d'infestation des mollusques.

Les résultats obtenus, montrent que les mollusques *Physa acuta* ont un taux d'infestation plus élevé pendant la saison sèche (10,0%) qu'en saison de pluie (6,4%). Les résultats du test t de Student, montrent que ces taux d'infestation ne sont pas

statistiquement significatifs ($t_c = 1,58$ et $t_t = 2,78$) entre les deux saisons.

La répartition des taux d'infestation des mollusques *Physa acuta* dans les systèmes aquatiques de la région de Katana est présentée dans le tableau 4.

Tableau 4. Taux d'infestation (%) des mollusques *Physa acuta* dans les écosystèmes aquatiques par espèces de cercaires dans la région de Katana.

Espèces de cercaires Types d'écosystèmes	<i>Schistosoma berghei</i> (Furcocercaires)			<i>Schistosoma granulata</i> (Xiphidiocercaires)			<i>Schistosoma sigmoïda</i> (Gymnocephale)			<i>Schistosoma truncatulae</i> (Amphistome)			TOTAL		
	Nme	Nmp	Ti (%)	Nme	Nmp	Ti (%)	Nme	Nmp	Ti (%)	Nme	Nmp	Ti (%)	Nme	Nmp	Ti (%)
Étangs	302	15	0,6	396	58	2,2	245	34	1,4	137	24	1	1080	137	5,2
Ruisseaux	220	0	0	178	43	1,7	166	78	3,2	144	26	1,1	708	144	6
Sources	148	0	0	127	13	0,5	228	93	3,7	168	23	1	671	168	5,2
Rivière	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lac Kivu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	670	15	0,6	701	114	4,4	639	205	8,3	449	73	3,1	2459	407	16,4

Légende : Nme: nombre des mollusques examinés, Nmp: nombre des mollusques parasités et Ti: taux d'infestation des mollusques

Le taux d'infestation des mollusques *Physa acuta* est plus élevé dans les ruisseaux avec un taux d'infestation de 6 %. Le taux d'infestation varie d'un type d'écosystème à un autre, mais, cette variation du taux d'infestation dans les écosystèmes ne présente pas une différence statistiquement significative (ANOVA 1 : $F_c = 1,86$ et $F_t = 3,24$) durant les trois années d'étude. Les résultats du test de Chi-deux n'ont pas aussi montré une différence

statistiquement significative entre les taux d'infestation pour les espèces *Schistosoma berghei* ($x_c^2 = 2,4$ et $x_t^2 = 4,49$) et *Schistosoma truncatulae* ($x_c^2 = 2,078$ et $x_t^2 = 4,49$) ; mais ces mêmes analyses statistiques ont montré qu'il y a plutôt une différence significative pour les espèces *Schistosoma granulata* ($x_c^2 = 4,668$ et $x_t^2 = 4,49$) et *Schistosoma sigmoïda* ($x_c^2 = 7,2961$ et $x_t^2 = 4,49$) dans les types d'écosystèmes.

Discussion

Les différentes investigations ont permis d'identifier 4 espèces de cercaires dans les mollusques *Physa acuta*. Ces résultats ne corroborent pas ceux de Gérard (1997) qui a trouvé des mollusques *Physa acuta* non parasités. Cette différence serait due au fait que les sites de son étude n'étaient pas choisis en fonction de la fréquentation des hommes et du bétail qui sont considérés comme des facteurs de distribution des parasites. Dans le cadre de notre étude, le choix de sites de récolte des mollusques *Physa acuta* examinés a été dicté par les fréquentations humaine et animale.

Par ailleurs, il a été démontré que les facteurs biotiques et abiotiques ont une influence sur la distribution des mollusques *Physa acuta* (Batumike *et al.*, 2014a) et sur leurs cercaires émises (Fain, 1952), la température (20,1-23,5°C), le pH (7,3-8,6), la vitesse du courant (0-0,84 m/s) ont été dans les limites acceptables pour la biodiversité aquatique (Bagalwa *et al.*, 2015).

Les espèces de cercaires observées dans les mollusques *Physa acuta* ont été aussi rapportées par d'autres auteurs dans le même milieu d'étude. Balemirwe *et al.* (2016) ont étudié la parasitologie des mollusques *Lymnaea natalensis* dans les mêmes conditions et types d'écosystèmes. Ils ont trouvé les parasites dont *Cercaria granulata*, *Fasciola gigantica*, *Fasciola hepatica*, *Cercaria sigmoïda*, *Cercaria berghei* et *Cercaria rodhaini*. L'analyse de leurs résultats, a donné une différence statistiquement significative ($p < 0,05$) entre les espèces de parasites des mollusques *Lymnaea natalensis* dans les types d'écosystèmes.

Baluku *et al.* (1989; 1994) ont observé *Schistosoma mansoni* avec un taux d'infestation de 0,14% et *Schistosoma berghei* avec un taux d'infestation de 0,42% chez les mollusques *Biomphalaria pfreifferi*. Par contre, dans notre étude, les parasites *Schistosoma mansoni* n'ont pas été trouvés chez les mollusques *Physa acuta* car ces derniers ne sont pas incriminés comme hôtes intermédiaires de *Schistosoma mansoni*. Dans une étude sur la Fasciolose bovine au Bénin, Assogba *et al.* (2011) ont trouvé les mêmes parasites chez les mollusques *Lymnaea natalensis* dont *Fasciola gigantica* et *Fasciola hepatica* que nous n'avons pas observés chez les mollusques *Physa acuta*.

Comme l'ont signalé d'autres auteurs, la cercaire *Schistosoma truncatulae* (*Amphistoma Cercariae*) a déjà été trouvée dans les autres espèces de

mollusques dont *Physa alexandrina* et *Physa micropleura* (Fain, 1952). Dans ce travail, cette cercaire a été trouvée dans les mollusques *Physa acuta* des étangs piscicoles qui sont chargés de la bouse des chèvres et des vaches, utilisées dans l'alimentation des poissons. Toutefois, les larves de Fasciolose animale parasitant les ruminants de la région de Katana (Bisusa *et al.*, 2014) n'ont pas été trouvées dans les mollusques *Physa acuta*. Ceci pourrait s'expliquer par la fréquentation des ruminants dans les sites de récolte. Ces larves sont pathogènes et causent des diarrhées aux ruminants (Fain, 1952), ils ont un cycle biologique proche de celui de *Fasciola hepatica*. Elles peuvent aussi causer à l'homme la dermatite de nageurs (Dreyfuss et Rondelaud, 2011). Le Gymnocephale *Schistosoma sigmoïda*, identifié dans les mollusques *Physa acuta*, parasite le foie des ruminants (Fain, 1952). Cette cercaire est aussi émise par les mollusques *Lymnaea natalensis*, *Lymnaea columella*, *Melonoides tuberculata* et *Bithynia alberti* (Brown, 1994 ; Fain, 1952). Selon Roandall et Gary (2008), les mollusques *Physa acuta* sont infectés dans la nature par les parasites *Posthodiplostomum minimum*, avec un taux d'infestation de 30 %. Ce parasite n'a pas été observé dans les mollusques *Physa acuta*. Les variations saisonnières sont contraires à celles rapportées par Bagalwa et Baluku (1998), Gretillat (1961) et Lietar (1956) et corroborent celles de Chu et Dawood (1970), Desouza *et al.* (1994) et Balemirwe *et al.* (2016).

Pour certains auteurs, le milieu favorable à l'infestation et au développement des cercaires sont les eaux ayant une vitesse minimale ou nulle, que sont les étangs, les sources, les ruisseaux, des canaux d'irrigation permanent (Baluku, 1990). Le taux d'infestation nul pour les rivières et le lac Kivu est dû à l'absence des mollusques *Physa acuta* dans ces milieux. Ceci pourrait s'expliquer par les facteurs biotiques et abiotiques défavorables à son écologie (Batumike *et al.*, 2014a).

Quoique les mollusques *Physa acuta* soient considérés par certains auteurs comme hôtes potentiels ou intermédiaires de *Schistosoma haematobium* (Wright, 1973; Brown, 1994), les cercaires de *Schistosoma haematobium* n'ont pas été trouvées dans les mollusques *Physa acuta* dans la région de Katana au cours de cette enquête. En conséquence, les mollusques *Physa acuta* n'interviennent pas dans la transmission de la schistosomiase à *Schistosoma haematobium* dans la région de Katana.

Conclusion

À l'issu de cette étude, quatre groupes de cercaires ont été identifiés (Furcocercaires, Xiphidiocercaires, Gymnocephales et Amphistomes) dont quatre espèces : *Schistosoma berghei*, *Schistosoma granulata*, *Schistosoma sigmoïda* et *Cercaria truncatulae*. Le taux d'infestation global de ces mollusques par ces parasites est de 16,4% et varie d'une année à l'autre, d'une saison à l'autre, d'un écosystème à un autre et d'une cercaire

à une autre. Vu ces types de parasites observés dans les mollusques *Physa acuta*, il convient de prévoir une lutte intégrée dans la transmission des maladies parasitaires causées par les parasites aux hommes et au bétail, ainsi que des études expérimentales sur les infestations des trématodes impliqués chez les hôtes définitifs.

Remerciements

Nous tenons à remercier tous les techniciens du Laboratoire de Malacologie, Département de Biologie : Barhakomerwa Nyamugeneka, Bazibuhe

Mirindi, Kipongo Kiza, Shaburhwa Mudahambarha et Sangika Mukwege pour les travaux de terrain et de laboratoire afin d'aboutir aux résultats obtenus.

Références Bibliographiques

Assogba M, Dougnon T, Alkoire T, Akpo I, Myoussao B. 2011. Epidémiologie de la Fasciolose bovine au Bénin et essai de lutte biologique. *Livestock Research for rural development*, 23, 12 p.

Bagalwa M, Baluku B. 1998. Variations mensuelles du taux d'infestation et du potentiel de transmission de *Biomphalaria pfeifferi* dans deux systèmes aquatiques à Lwiro République Démocratique du Congo. *Médecine Tropicale*, 58(4) : 1-3.

Bagalwa M, Majaliwa J, Kasiime F, Bashwira S, Tenywa M, Karume K. 2015. Sediment and nutrient loads into river Lwiro, in the lake Kivu basin, Democratic Republic of Congo. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(3) : 1678-1690.

Balemirwe F, Bagalwa M, Batumike C, Mugangu C, Bakulikira M. 2016. Distribution de *Lymnaea natalensis* (Mollusca: Pulmonata) mollusque hôte intermédiaire de la Fasciolose hépatique dans la région de Katana. *Afrique science*, 12(1) : 16-26.

Baluku B. 1987. Contribution à l'étude des hôtes intermédiaires des bilharzioses. Écologie des mollusques *Biomphalaria pfeifferi* dans deux cours d'eau du Zaïre Oriental. *Thèse de l'Université Libre de Bruxelles*, Belgique, 487 p.

Baluku B. 1990. Répartition spatio-temporelle

de la bilharziose à *Schistosoma mansoni* (Bombons, 1907) dans la plaine de la Ruzizi. *Revue des sciences naturelles*, 1(1) : 1-10.

Baluku B, Josens G, Loreau M. 1987. Le régime alimentaire de *Biomphalaria pfeifferi* (Gasteropoda, Planorbidae) au Zaïre Oriental. *Revue de Zoologie Africaine*, 10 : 272-282.

Baluku B, Josens G, Loreau M. 1989. Étude préliminaire de la densité et de la répartition des mollusques dans deux cours d'eau du zaïre oriental. *Revue de Zoologie Africaine*, 103 : 291-302.

Baluku B, Bagalwa M, Nkusi K. 1994. Nouveau foyer de la schistosomiase à Lwiro ; Sud- Kivu, Est du Zaïre. *Revue des sciences naturelles*, 2, 19-27.

Batumike C, Bagalwa M, Ndegeyi K, Baluku B, Bahizire K. 2014a. Contribution à l'inventaire et écologie des espèces des mollusques dulcicoles des petits cours d'eau de Lwiro et ses environs, Est de la République Démocratique du Congo. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 7(1): 298-308.

Batumike C, Bagalwa M, Ndegeyi K, Baluku B, Bahizire K. 2014b. Distribution spatio-temporelle des mollusques *Physa acuta*, hôtes potentiels de la schistosomose à *Schistosoma haematobium* dans la région de Katana. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 7(1): 309-316.

- Berry E, Dobrovolsky G. 1960.** Emploi des molluscicides contre les mollusques aquatiques. *Bulletin OMS*, 48, 27 p.
- Bisusa M, Bagalwa M, Mushayuma N. 2014.** La prévalence de la Fasciolose animale dans les groupements d'Irhambi-Katana et Bugorhe, Sud-Kivu, République Démocratique du Congo. *Annales de l'UEA*, 59-68.
- Brown D. 1994.** Fresh snails of Africa and their medical importance. *Taylor and Francis*, London, 608 p.
- Brumpt E. 1947.** Précis de parasitologie II. Masson et Cie. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 99 : 372-376.
- Chu KY, Dawood IK. 1970.** Cercarial transmission seasons of *Schistosoma mansoni* in the Nile Delta Area. *Bulletin OMS*, 42: 575-580.
- Desouza CP, Araujonoti-Passos LK, Guimaraes C. 1994.** Production of *Schistosoma mansoni* Cercariae by *Biomphalaria glabrata* from a focus in Belo Horizonte: Minas Gerai. *Journal of the São Paulo Institute of Tropical Medicine*, 36: 485-489.
- Dreyfuss G, Rondelaud D. 2011.** Les mollusques dans la transmission des helminthiases humaines et vétérinaires. *Bulletin de l'Académie vétérinaire de France*, 164(1) : 1-4.
- Fain A. 1952.** Contribution à l'étude des formes larvaires des trématodes au Congo Belge et spécialement de la larve de *Schistosoma mansoni*. Mémoires. *Institut royal colonial Belge*, 311 p.
- Gérard C. 1997.** Importance du parasitisme dans la communauté de gastéropodes de l'étang de Combours (Bretagne, France). *Parasite*, 4 : 49-54.
- Gretillat S. 1961.** Épidémiologie de la bilharziose vésicale au Sénégal oriental. Observation sur l'écologie du *Bulinus guernei* et de *Bulinus senegalensis*. *Bulletin de l'Organisation mondiale de la Santé*, 25 :459-466.
- Lietar J. 1956.** Biologie et écologie des mollusques vecteurs de bilharziose à Jodotville. *Annales de la Société Belge de Médecine Tropicale*, 36 : 919-1036.
- Nieman G, Lewis F. 1990.** *Schistosoma mansoni* influence of *Biomphalaria glabrata* on susceptibility to infection and resultant Cercarial production. *Experimental parasitology*, 70: 286-292.
- OMS. 1978.** Epidemiology and control of Schistosomiasis: present situation and priorities for further research, *Bulletin of the World Health Organization*, 56 (3): 361-369.
- OMS. 1987.** Atlas de la répartition mondiale des schistosomiasis. Ed. Presse universitaire de Bordeaux France, ISBN : 2-86781-060-4, 399 p.
- OMS. 2012.** Schistosomiase (Bilharziose). *Aide-mémoire* N° 115, Genève, Suisse, 4 p.
- Prasad S. 2015.** Elements of Biostatistics for undergraduate students: Third edition. Rastogi publications, Gangotri, New Delhi, India, 314 p.
- Roandall J, Gary A. 2008.** Indirect effects of a parasite on a benthic community: an experiment with trematodes, snails and periphyton. *Freshwater Biology*, 53: 322-329.
- Webbe G. 1965.** Transmission of bilharziasis production of Cercarial. *Bulletin OMS*, 155-162.
- Wright C.A. 1973.** Geographical distribution of schistosomes and their intermediate hosts. *Epidemiology and control of Schistosomiasis*, 249 p.

DÉTERMINANTS ÉCOLOGIQUES DE LA RÉSILIENCE DES RELIQUES FORESTIÈRES DU LITTORAL CONGOLAIS

MISSAMBA-LOLA AP ^{1,2*}, NDALLA COTONOU R^{1,2}, LOUMETO JJ²

RÉSUMÉ

La résilience est une caractéristique importante des forêts perturbées. Elle régit, en tant que mécanisme déterminant, l'autoréparation naturelle provoquée par une perturbation. Ici, nous évaluons l'évolution de la diversité floristique et de la structure qui intervient dans deux reliques forestières de la façade maritime congolaise. Ces deux reliques correspondent à deux contextes géographiques différents environnants la ville de Pointe-Noire constitués par une zone péri-urbaine (relique de Dounga), située à 10 km de Pointe-Noire et une zone extra urbaine (relique de Mfinda), localisée à 40 km dans une aire protégée. Sur la base d'un inventaire floristique, la résilience face aux pratiques paysannes (jachère et abattage sauvage des arbres pour le bois énergie) est appréhendée au travers des traits fonctionnels des peuplements selon les réponses aux changements écologiques parmi les espèces récoltées dans les deux reliques forestières de la région de Pointe-Noire. Ces traits fonctionnels ont été listés sur la base des travaux portant sur les caractéristiques biologiques et écologiques des espèces des forêts tropicales d'Afrique Centrale, notamment le tempérament des espèces, le mode de dispersion et les types biologiques. Enfin, la comparaison entre les sites a permis de mettre en évidence que l'intensité de l'action anthropique est l'un des facteurs déterminants de la résilience et de la variabilité de la flore des reliques forestières étudiées. Pour favoriser la résilience des reliques forestières du littoral congolais, des initiatives de sensibilisation et de monitoring participatif doivent être menées auprès des populations riveraines.

Mots clés : Relique forestière, Pratique paysanne, Trait fonctionnel, Résilience.

ECOLOGICAL DETERMINANTS OF THE RESILIENCE OF FOREST RELICS OF THE CONGOLESE COAST

ABSTRACT

Resilience is an important feature of disturbed forests. It governs as a determining factor the natural self-healing caused disturbance. In this article, we evaluated the evolution of the floristic diversity and structure that occurs in two forest relics of the Congolese seaboard. These two forest relics correspond to two different geographical contexts surrounding the city of Pointe-Noire that are an urban surrounding zone (relic of Dounga), located at 10 km and an extra-urban zone (relic of Mfinda), located at 40 km in a protected area. Base on the floristic inventory of a floristic inventory, resilience to peasant practices (fallow and wild logging of trees for wood energy) is apprehended through the functional traits of the stands according to the responses to ecological changes among the harvested species in the two forest relics of the Pointe-Noire region. These functional traits have been listed on the basis of work on the biological and ecological characteristics of tropical forest species in Central Africa, including species temperament, dispersal patterns and biological types. Finally, the comparison between both sites made let to highlight that the intensity of the anthropogenic activities are one of the determinant factors of the resilience and the variability of the flora of the studied forest relics. To promote the resilience of the forest relics of the Congolese coast, sensitization initiatives and participatory monitoring should be conducted with local populations.

Key words : Forest Relic, Farmer Practice, Functional trait, Resilience.

¹ Centre de recherche sur la durabilité et la productivité des plantations industrielles (CRDPI), BP 1291, Pointe-Noire, Congo

² Université Marien Ngouabi, Faculté des Sciences et Techniques, BP 69, Brazzaville, Congo

*Auteur de correspondance : mpatrilola@gmail.com

Introduction

La forêt du littoral congolais est affectée par un phénomène particulier de vulnérabilité du fait d'un écosystème forestier naturel d'intérêt stratégique pour son rôle écologique, économique et culturel. C'est le cas des reliques forestières situées en périphérie de la ville de Pointe-Noire, sur une ceinture urbaine de plus de 50 km, qui sont soumises à une forte dégradation anthropique (Fabing, 2001). En effet, considérées comme des « héritages », par l'influence notamment des modifications climatiques et des actions anthropiques passées (Grand-Clément, 2002), les reliques forestières désignent au sens local des espaces ruraux homogènes dont les fonctions de production agricole et de fourniture d'autres biens et services aux populations sont dominantes.

Cependant, une caractéristique importante des forêts perturbées est leur résilience, c'est-à-dire leur capacité à auto-réparer naturellement les modifications qu'une perturbation provoque, à un moment donné, à leur biodiversité, leur structure et leur fonctionnement (Gunderson, 2000) et à intégrer dans leur fonctionnement une perturbation, sans pour autant changer de structure qualitative (Holling, 1973). C'est donc une propriété écologique intrinsèque de chaque écosystème, dont l'expression dépend de la sévérité de la perturbation, de la biodiversité de l'écosystème avant perturbation et des perturbations additionnelles subies (Vallauri, 2002). La conservation de la biodiversité est donc essentielle pour appuyer les mécanismes de remise en état des forêts, et présente des principes écologiques applicables à la gestion forestière (Vallauri, 2002 ; Thompson, 2011 ; Barbault, 2013). L'enjeu est de concilier les pratiques d'exploitation et le maintien de la biodiversité forestière (Redon *et al.*, 2009).

Le présent article vise à apprécier la résilience des deux reliques forestières à travers les caractéristiques biologiques et écologiques des espèces, afin de mettre en évidence les modifications de la structure et de la composition floristique des reliques forestières issues des pratiques paysannes qui peuvent ainsi être considérées comme des perturbations anthropiques persistantes induisant des effets différents, et par conséquent, des réponses différentes (Pansu, 2014). Pour mesurer la résilience, il y a une forte démarcation dans la bibliographie entre les auteurs (Devaux, 2016). Pour Lallau et Mbetid-bessane (2010), l'évaluation de la résilience passe par une connaissance de l'état des écosystèmes mis en valeur. Il s'agit de recueillir des données écosystémiques, par la suite, ces données écosystémiques doivent permettre de saisir l'évolution des potentialités des écosystèmes et des différents modes de mise en valeur, de même que

de dresser une liste des traits fonctionnels, comme les types biologiques, les types de diaspores, le mode de dispersion et le tempérament des espèces.

Les pratiques paysannes correspondent aux techniques actuelles de gestion basées sur l'agriculture vivrière qui repose sur des champs associant diverses plantes comestibles annuelles et pluriannuelles (principalement *Manihot esculenta* Crantz (manioc), *Zea mays* L. (maïs), *Arachis hypogea* L. (arachide), *Musa sapientum* L. (bananier plantain) et diverses légumes) en rotation avec des jachères plus ou moins longues. La résilience au niveau de ces deux reliques forestières correspond à deux situations géographiques contrastées. Nous voulions considérer tous les cas de figure allant des zones soumises à une forte pression anthropique (zone périurbaine), à celles plus ou moins « indemnes » de toute pression (zone extra urbaine ou aire protégée), puis à une présence des activités agricoles et para-agricoles (bois énergie). Pour les besoins de l'étude, nous avons posé l'hypothèse selon laquelle les sites choisis sont représentatifs de l'évolution du paysage littoral de la région de Pointe-Noire.

Pour cela, nous allons tenter de répondre aux questions suivantes : comment les pratiques paysannes rendent-elles vulnérables les reliques forestières ? Comment la végétation des reliques forestières réagit face aux différentes pratiques paysannes ? De façon spécifique, les activités supposées principales (agriculture et bois énergie) jouent-elles un rôle dans la résilience des reliques forestières ? Quels sont les déterminants écologiques qui influencent la diversité floristique des reliques forestières ? Le principal objectif de cette étude est de décrire la variabilité spatiale des reliques forestières des deux sites et d'identifier les déterminants de ces variations. Il s'agit notamment de comprendre l'influence des déterminants écologiques sur les variations de la diversité floristique des reliques forestières. De façon spécifique, l'étude consiste à : i) mettre en exergue l'impact des pratiques paysannes sur la diversité floristique, et ii) évaluer la résilience des reliques forestières à travers la mise en exergue du rôle de la diversité floristique et fonctionnelle. Afin de répondre à ces objectifs, l'hypothèse globale formulée est que « à l'échelle du littoral congolais, l'hétérogénéité spatiale des pratiques paysannes, à travers ses conséquences sur les reliques forestières, peut expliquer la variabilité spatiale des déterminants écologiques ». Cette hypothèse est elle-même basée sur l'hypothèse que les pratiques paysannes ont une influence sur le renouvellement des espèces végétales en présence et que les caractéristiques biologiques et écologiques des espèces jouent un rôle prépondérant dans la résilience des reliques forestières.

Matériel et Méthodes

Caractérisation biophysique de la zone d'étude

La zone d'étude est localisée dans la région de Pointe-Noire située au Sud de la République du Congo, entre les parallèles 4° et 5° Sud et les méridiens 11°30 et 12° Est (figure 1). Cette région s'étend sur une étroite bande littorale d'environ 5 km de large et de 0 à 25 m d'altitude. Elle est limitée par la façade Atlantique à l'ouest, le massif

forestier du Mayombe à l'Est ; la République du Gabon au Nord et l'enclave du Cabinda au Sud. C'est une région rurale qui couvre une superficie de 13 694 Km² comprenant 159 villages répartis en sept sous-préfectures, à savoir Hinda, Madingo Kayes, Tchiamba Nzassi, Mvouti, Nzambi, Loango et Kakamoueka (Hecketsweiler et Mokoko-Ikonga, 1991). Elle est essentiellement attirée par Pointe-Noire qui est la deuxième ville du Congo.

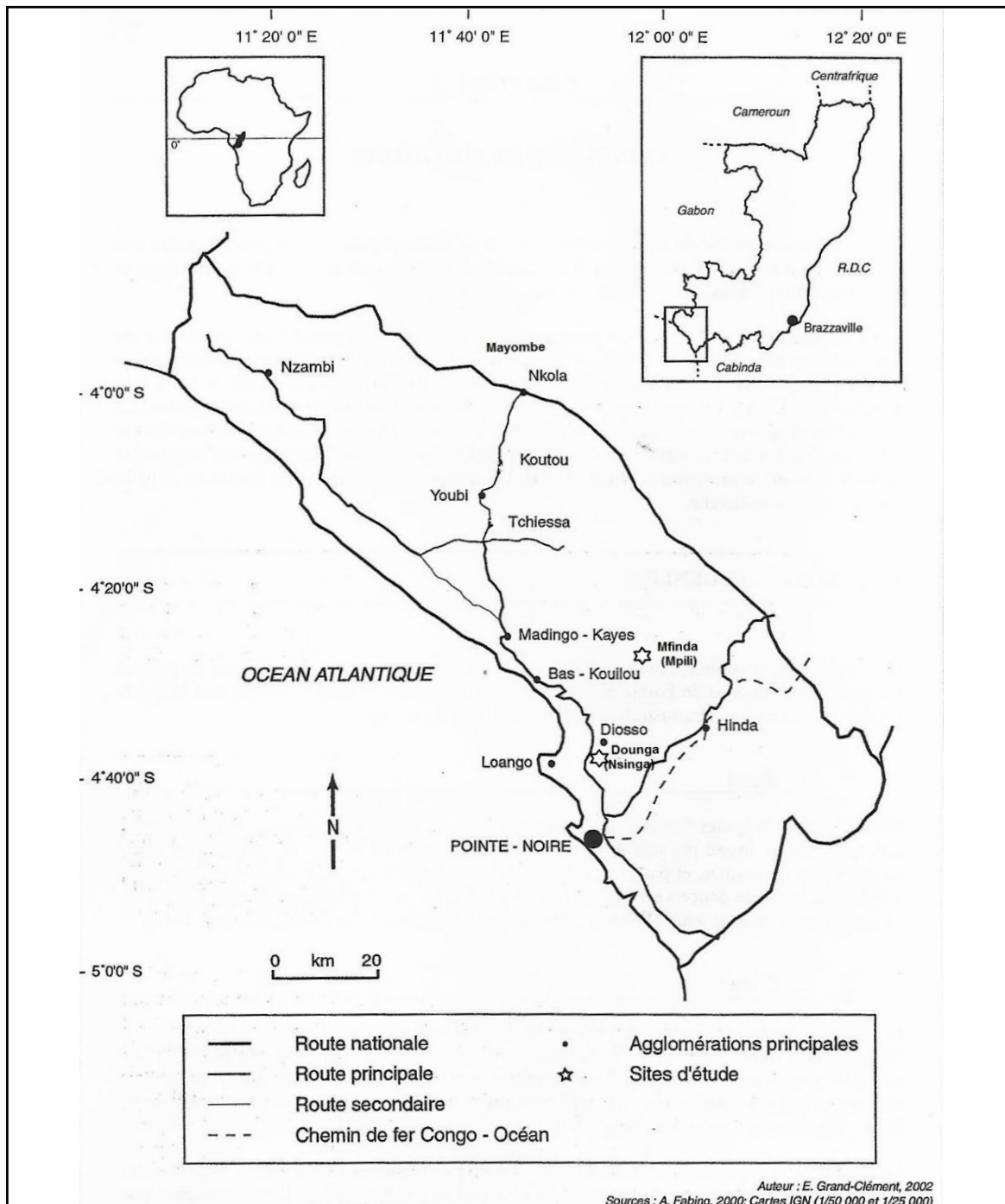


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude et des sites retenus (Source : Fabing, 2001)

Le relief est constitué par deux grands ensembles structuraux que sont le Bassin côtier formé par des collines et plateaux (plateaux de Hinda, de la Loemé et de Madingo-Kayes) et la chaîne de montagnes du Mayombe large de 30 à 60 km (Vennetier, 1968).

Le régime pluviométrique de la région du littoral est du type équatorial de transition appelé «bas congolais» avec une température moyenne annuelle de 25 °C et une humidité relative moyenne de l'air de 85 % (Samba-Kimbata, 1978). La moyenne des précipitations annuelle varie entre 1200 à 1600 mm. Des variations concernant les précipitations et les températures sont observées au niveau des départements du Kouilou et Pointe-Noire, lesquelles sont directement influencées par la présence de l'océan Atlantique et des montagnes du Mayombe (Samba-Kimbata, 1991).

D'une manière générale, le climat est caractérisé par deux saisons nettement marquées, à savoir : i) la saison des pluies qui va d'octobre à mai, avec des températures moyennes mensuelles supérieures de 25°C entre novembre et mars et pouvant dépasser 30°C entre mars et avril dans le département de Pointe-Noire (où il est généralement observée une diminution de la pluviométrie entre février et mars souvent attribuée à une petite saison sèche), et ii) la saison sèche qui va de juin en septembre, caractérisée par des brouillards, la fréquence de la rosée et des températures moyennes mensuelles inférieures à 25 °C.

La nature du sol varie dans les deux grands ensembles structuraux du relief. Dans le Mayombe, on trouve des sols originaires des formations granitiques et métamorphiques repartis en trois grandes catégories : i) des sols issus des quartzites et schistes (sols peu profonds avec un horizon moins épais), ii) des sols issus des matériaux remaniés présentant un horizon des gravions ou de cailloux roulés, et iii) des sols alluvionnaires (Jamet et Rieffel, 1976). Le bassin côtier est couvert de sols ferralitiques développés sur les dépôts sableux de la « série des cirques ». Ces sols sablo-argileux ont un pH acide avec 5 % d'argile en surface (Nzila, 1996). Ils ont une très faible fertilité sous savane comparée aux mêmes sols sous forêt.

La flore est très variée. Du continent vers l'océan Atlantique, la couverture arborée provenant du massif forestier du Mayombe se transforme progressivement en une mosaïque de forêt-savane. Au fur et à mesure que l'on s'approche du littoral, la savane devient dominante avec une strate herbacée dont la taille maximale est d'environ un mètre. Les espèces végétales dominantes sont : *Loudetia simplex* (Nees) C.E. Hubb, *Hyparrhenia diplandra*

(Hack) Stapf, *Andropogon gabonensis* Stapf. Le peuplement arbustif est généralement constitué par *Annona arenaria* Thonn. On compte aussi d'autres formations végétales : les forêts marécageuses, des mangroves, des papyraies et des formations forestières artificielles de *Eucalyptus spp.* et de *Pinus spp.* (Pin) (Hecketsweiler et Mokoko-Ikonga, 1991).

Localisation des reliques forestières

Deux reliques forestières ont été retenues pour cette étude. Elles sont localisées dans deux sites situés en périphérie de la ville de Pointe-Noire, à savoir :

- relique de Dounga (500 ha), en zone péri-urbaine à 10 km de Pointe-Noire à Mengo/Nsinga ;
- relique de Mfinda (450 ha) en zone extra-urbaine à 40 km de Pointe-Noire à Mpili, dans le sanctuaire de Tchimpounga (aire protégée).

Dispositif d'étude

Le dispositif ayant servi à la collecte des données repose sur un réseau des transects et des placettes installés dans chaque relique forestière.

Installation des transects

La première étape a consisté en l'installation de trois (03) transects par relique forestière, correspondant à neuf kilomètres environ de transects répartis entre les deux reliques forestières. Ces transects sont espacés de 250 m. Ils sont orientés suivant un azimut de 30° correspondant à l'orientation générale des reliques forestières dominantes. La longueur de chaque transect dépend de la limite de la relique forestière, souvent au contact de la savane et de la plantation industrielle d'eucalyptus (pour la relique de Dounga à Mengo/Nsinga) ou d'un grand marécage (comme le marécage de la Ntombo pour la relique de Mfinda à Mpili). Elle est d'environ 2 km pour la relique de Dounga et 1,8 Km pour la relique de Mfinda.

Installation des placettes

L'approche synchronique a été retenue pour cette étude. Des relevés floristiques ont été réalisés dans deux types d'occupation de sol, à savoir : les jachères d'âges différents et les zones d'abattage sauvage des arbres pour le bois énergie. L'âge de la jachère a été déterminé sur la base d'une enquête menée auprès de la population riveraine.

Dans chacune des reliques, il a été délimité, le long des transects, : i) 9 placettes selon la durée de l'abandon cultural, les trois périodes retenues correspondent aux jachères de 1-2 ans, 4-5 ans et 7-8 ans, à raison de trois placettes par âge de la

jachère et par transect ; et ii) 6 placettes dans les zones d'abattage sauvage, à raison de deux placettes par transect. Au total, 30 placettes ont été installées à raison de 15 placettes par relique forestière, soit 18 placettes dans les jachères et 12 dans les zones d'abattage sauvage. Les placettes ont une surface unitaire de 400 m² (20 m x 20 m).

Inventaire botanique

Dans chaque placette, après identification de tous les ligneux, les mesures du diamètre à hauteur de poitrine d'homme (DBH) et de la hauteur totale pour les ligneux de DBH supérieur et égal à 5 cm ont été effectuées. Ensuite, les mesures de hauteur des tiges de plus de 2 m de hauteur et de moins 5 cm de diamètre DBH ont été réalisées afin d'évaluer le devenir des peuplements forestiers (Gillet, 2013). Le diamètre et la hauteur ont été mesurés respectivement à l'aide d'un ruban-métrique et d'une perche télescopique.

Les observations au sein d'une relique forestière ont conduit à relever la présence des herbacées et l'usage du sol. Ces observations ont été ensuite prises en compte dans les analyses des variations de la composition et de la structure floristique.

Analyse des données

Dans cette étude, la résilience est évaluée au travers des traits fonctionnels sur la base des caractéristiques biologiques et écologiques des espèces des forêts tropicales d'Afrique Centrale, en relation avec les processus écosystémiques (Lavorel et Garnier, 2002 ; Blanc *et al.*, 2003). Une liste des traits fonctionnels dont le choix réside dans leur stratégie de réponse face à la perturbation a été dressée. Les traits biologiques retenus ont été définis de la manière suivante :

- 1) les types biologiques liés à l'état phénologique de l'espèce rencontrée ont été utilisés, comme indiqué dans le tableau 1 ;
- 2) les types de diaspores, comme définis par Dansereau et Lems (1957) : zoochores (desmochores et sarcochores), anémochores (sclérochores, ptérochores et pogonochores), autochores (barochores et ballochores) et hydrochores (pléochores) ;
- 3) les types de tempérament liés aux différentes séquences de lumière et d'ombre rencontrées par une espèce comme définie par Doucet (2003) : Pionnière (P), non-pionnière (NP) et sciaphile (SB).

Pour chacun des traits fonctionnels, le test de Kruskal et Wallis a été utilisé à l'aide du logiciel R pour comparer les moyennes et tester les effets des différents types d'occupation de sol.

Tableau 1 : Types biologiques de plantes tropicales adaptées de Raunkiaer (1934)

Classification Raunkiaer	Code	Correspondance	Hauteur	Strate
Mégaphanérophyte	MgPh	Grand arbre	> 30 m	Emergente
Mésophanérophyte	MsPh	Arbre moyen-dominant	10-30 m	Canopée
Microphanérophyte	McPh	Petit arbre-dominé	2-10 m	Sous-bois
Nanophanérophyte	NnPh	Arbuste, sous-arbuste, Arbrisseau	0,4-2 m	Arbustive
Phanérophyte grimpant	Phg	Liane	Variable	Variable
Chaméphyte	Ch	Sufrutex (subligneux) Herbacée prostrée. Bourgeons pérennants ou extrémités de pousses persistantes situées à proximité du sol, sur des rameaux rampants ou dressés.	< 2 m	Herbacée
Thérophyte	Th	Herbacée annuelle. Plantes très éphémères qui ne subsistent à la mauvaise saison qu'à l'état de graine	< 2 m	Herbacée
Hémicryptophyte	Hc	Herbacée pérenne. Plantes herbacées vivaces.	< 2 m	Herbacée
Géophyte	Gor	Herbacée à bulbe, rhizome ou tubercule. Organes vivaces (rhizome, tubercule ou bulbe) enfouis dans la terre.	< 2 m	Herbacée

Indices écologiques

Le degré d'affinités entre les sites étudiés a été évalué grâce à l'analyse de la composition du peuplement. Les indices de caractérisation suivants ont été utilisés (Reitsma, 1988 ; Lejoly, 1993 ; Doucet, 2003 ; Missamba-Lola *et al.*, 2015) :

a) Densité relative,

$$Dr [\%] = 100x \frac{\text{Nombre d'individus d'une espèce}}{\text{Nombre total d'individus dans l'échantillon}}$$

b) Dominance relative,

$$Dor [\%] = 100x \frac{\text{Surface terrière d'une espèce}}{\text{Surface terrière total de l'échantillon}}$$

c) Fréquence relative,

$$Fr [\%] = 100x \frac{\text{Fréquence d'une espèce}}{\text{Total des fréquences de toutes les espèces}}$$

La fréquence d'une espèce correspond au nombre d'unités d'échantillonnage contenant cette espèce.

d) Diversité relative,

$$Dir [\%] = 100x \frac{\text{Nombre d'espèce au sein d'une famille}}{\text{Nombre total d'espèces}}$$

e) Importance relative (ou Indice de Valeur d'Importance, IVI) $Ir = Dr + Dor + Fr$

L'importance relative d'une famille est définie comme la somme de sa densité, de sa dominance et de sa diversité relative. Contrairement aux indices précédents qui peuvent théoriquement varier entre 0 et 100, celui-ci est compris entre 0 et 300.

La surface terrière de la formation végétale est la somme des surfaces terrières de tous les arbres qui la constituent.

$$G = \sum \pi \left(\frac{D}{2} \right)^2$$

Avec G = surface terrière exprimée en m²/ha et D = diamètre à hauteur de poitrine d'homme des arbres.

L'indice de Shannon (H'), qui considère à la fois l'abondance et la richesse spécifique, est utilisé pour apprécier la distribution des individus suivant les espèces.

$$H' = - \sum f_i \times \log_2 f_i$$

Avec : f_i est la contribution spécifique de l'espèce i ($f_i = n_i / \sum n_i$), et n_i étant la fréquence absolue de l'espèce i .

L'indice de régularité ou d'équitabilité de Pielou (E) a été utilisé pour comparer les deux milieux. Il varie de 0 (si le peuplement est dominé par une ou quelques espèces) à 1 (si le peuplement est homogène, ou que les individus sont équitablement répartis en différentes espèces).

$$E = \frac{H'}{H_{\max}}$$

Avec : H' = indice de Shannon ; $H_{\max} = \log_2 S$, S étant la richesse spécifique totale.

Le Coefficient de Jaccard (J) a été utilisé pour évaluer la similitude des deux reliques ou des types d'occupation de sol :

$$J = \frac{C}{A + B - C} \times 100$$

Avec : A= Nombre d'espèces présentes dans la relique forestière de Mfinda ; B= Nombre d'espèces présentes dans la relique de Dounga et C=Nombre d'espèces communes aux deux zones. Cet indice varie de 0 (si les deux zones n'ont pas d'espèces communes) à 100 (si les deux zones ont les mêmes espèces).

Résultats

Analyse de la flore

Richesse et composition floristiques

Dans l'ensemble des deux reliques forestières, l'inventaire botanique a permis de recenser au total 309 espèces réparties dans 188 genres et 72 familles. La flore ligneuse de DBH ≥ 5 cm compte 171 espèces à Mfinda réparties dans 134 genres et 58 familles ; et 203 espèces à Dounga réparties dans 139 genres et 56 familles. À Mfinda, les familles les plus représentées sont : Poaceae, Rubiaceae et Fabaceae-Mimosoideae, puis Malvaceae. Les familles les plus représentées à Dounga sont : Rubiaceae, Fabaceae-Mimosoideae et Euphorbiaceae.

Ces résultats globaux masquent une grande hétérogénéité entre les quatre occupations de sol. En effet, l'indice de valeur d'importance (IVI) des familles varie en fonction des types d'occupation de sol et de sites. Dans les abattages sauvages à Mfinda, deux familles ont des IVI les plus élevés, il s'agit des Anacardiaceae (IVI=28,7) représentées principalement par *Lannea welwitschii* (Hiern) Engl., *Pseudospondias longifolia* Engl. et *Trichoscypha acuminata* Engl.. En revanche, dans les mêmes milieux à Dounga, les familles les plus importantes sont : Fabaceae-Mimosoideae (IVI=52,6, représentée principalement par *Pentaclethra eetveldeana* De De

Wild. & T. Durand et *Albizia ferruginea* (Guill. et Perr.) Benth. et Euphorbiaceae (IVI=21,3, représentée principalement par *Ricinodendron heudelotii* auct. et *Plagiostyles africana* (Müll. Arg.) Prain. Dans les jachères de 4-5 ans à Mfinda, ce sont les Euphorbiaceae (IVI=31,75, représentées principalement par *Macaranga spinosa* Müll. Arg. et *Ricinodendron heudelotii* auct.) qui viennent en premier, tandis qu'à Dounga, ce sont les Fabaceae-Mimosoideae (IVI=47, représentées par *Pentaclethra macrophylla* Benth et *Pentaclethra eetveldeana* De Wld. & Th. Dur). L'indice de valeur d'importance des Fabaceae-Mimosoideae demeure le plus élevé selon qu'on est dans les jachères de 7-8 ans à Mfinda ou à Dounga, il est respectivement de 22,2 et 45,6 avec un fond floristique commun au stade précédent de jachère.

L'importance d'une famille n'implique pas forcément celle de l'une de ses espèces en particulier, et réciproquement. Dans les abattages sauvages à Mfinda, *Musanga cecropioides* R.Br ex Tedie (IVI=76,16) est l'espèce la plus importante, tandis qu'à Dounga *Pentaclethra macrophylla* Benth (IVI=47) et *Pycnanthus angolensis* (Welw.) Warb (IVI=25,9) dominant la florule. *Pentaclethra macrophylla* Benth (IVI=33,3) vient en première position dans les jachères de 4-5 ans à Dounga, suivies de *Pentaclethra eetveldeana* De Wld. & Th. Dur (IVI=26,68) et *Rauvolfia vomitoria* Afzel (IVI=20,01).

L'indice de diversité d'équitabilité de Pielou varie de 0,7 à 0,9 pour les différents types d'occupation de sol (Tableau 2). Étant élevé, on peut ainsi déduire que ces occupations de sol ne sont pas spécialisées, et donc les individus sont bien répartis au sein des espèces.

Selon les occupations de sol, l'indice de diversité de Shannon varie de 5,4 à 6,8, tandis que le nombre moyen des espèces varie de 21 à 58. Les résultats obtenus permettent de distinguer les différentes occupations de sol et les sites étudiés. Les valeurs de l'indice de Shannon sont plus élevées dans les abattages sauvages 6,8 et 6,4, respectivement à Dounga et Mfinda, et une valeur de 5,9 est observée dans les jachères de 7-8 ans à Mfinda et 4-5 ans à Dounga. Étant largement supérieur à 4, cela montre que les milieux sont diversifiés en espèces.

Quatre-vingt-cinq espèces se sont révélées communes aux reliques forestières. Cependant, le nombre d'espèces communes aux différents types d'occupation de sol varie de 14 à 46 entre les deux sites. Les valeurs de l'indice de similarité, étant inférieur à 50 %, révèlent que les quatre occupations de sol ne présentent pas les mêmes espèces (tableau 3).

Le tableau 4 présente la densité et la surface terrière du peuplement par site étudié. La densité du peuplement de DBH $\geq$ 5 cm est de 201 tiges/ha à Mfinda et 148 tiges/ha à Dounga, tandis que celle des espèces de DBH < 5 cm est de 95 tiges/ha et 125 tiges/ha à Mfinda et Dounga respectivement.

Tableau 2 : Richesse et diversité floristiques en fonction des types d'occupation de sol et des sites d'étude

Site	Type d'occupation du sol	Nombre moyen d'espèces	Indice de Shannon	Indice de Pielou
Dounga	Jach. de 1-2 ans	22	5,8	0,8
	Jach. de 4-5 ans	29	5,9	0,8
	Jach. de 7-8 ans	22	5,4	0,7
	Abat. sauvages	58	6,8	0,9
Mfinda	Jach. de 1-2 ans	20	5,7	0,8
	Jach. de 4-5 ans	21	5,6	0,8
	Jach. de 7-8 ans	25	5,9	0,8
	Abat. sauvages	43	6,4	0,9

Tableau 3. Indice de similarité floristique en fonction des types d'occupation de sol et des sites d'étude (en pourcentage)

Site/Type d'occupation de sol		Dounga			
		Jach. de 1-2 ans	Jach. de 4-5 ans	Jach. de 7-8 ans	Abat. sauvages
Mfinda	Jach. de 1-2 ans	34,4			
	Jach. de 4-5 ans	12,3	19		
	Jach. de 7-8 ans	16,8	20,1	18,8	
	Abat. sauvages	19	17,8	18,6	26,4

Tableau 4 : Paramètres structuraux dans les sites d'étude

Paramètres structuraux		Site	
		Mfinda	Dounga
Densité (tige/ha)	dbh < 5 cm	201	148
	dbh ≥ 5 cm	95	125
Surface terrière (m ² /ha)		2,89	1,53

Traits fonctionnels des peuplements

Types biologiques

Le pourcentage moyen du spectre biologique par site est significativement différent pour chacune des quatre occupations de sol (test de Kruskal et Wallis, p-value = 0,0063 pour Dounga et p-value = 0,0537 pour Mfinda) figure 2. En effet, nous avons

observé une tendance – statistiquement significative – dans l'ensemble des jachères et des abattages sauvages à Mfinda où les microphanérophytes et les phanérophytes grimpants sont majoritaires, avec des pourcentages moyens respectifs de 23,6 % et 14,6 %. En revanche, la même tendance significative s'observe dans les jachères et les abattages sauvages de Dounga où le spectre biologique montre que les microphanérophytes ne dominent que dans une proportion moyenne de 18,8 %. À Dounga, le pourcentage moyen des microphanérophytes n'est pas significativement différent entre les abattages sauvages, les jachères de 1-2 ans et 7-8 ans. Une tendance non significative est aussi observée à Mfinda pour les géophytes dans chacun des trois stades de jachère.

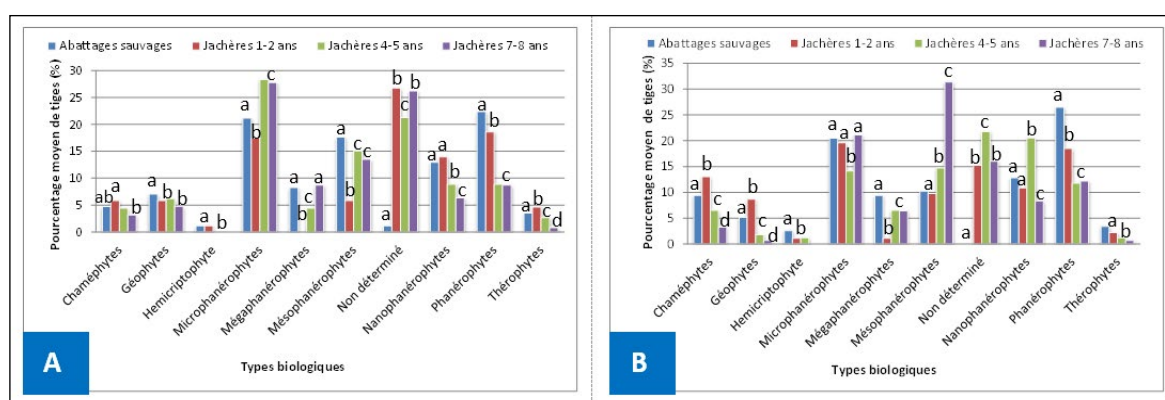


Figure 2 : Spectre brut des types biologiques de la flore inventoriée dans les jachères et abattages sauvages à Mfinda (A) et Dounga (B). Les moyennes non significativement différentes sont suivies par la même lettre.

Spectre des types de diaspores

Les types morphologiques des diaspores sont globalement marginaux et liés au fait que des espèces sarcochores ont été retrouvées dans l'ensemble des occupations de sol (figure 3). Le pourcentage moyen des espèces sarcochores dans les abattages sauvages est plus élevé que dans les jachères où la différence n'est pas significative à Dounga, mais significativement différents à Mfinda (test de Kruskal et Wallis, p-value = 0,0485 pour Dounga

et p-value = 0,0335 pour Mfinda). Au sein des abattages sauvages, les sarcochores sont dominants à 61,1 % à Mfinda et 58,9 % à Dounga, tandis qu'ils sont particulièrement dominants à 48,6 % dans les jachères de 7-8 ans à Mfinda contre 14,1 % dans les jachères de même âge à Dounga. Suivies des espèces ballochores qui représentent 21,1 % des effectifs dans les jachères de 7-8 ans à Dounga et 26,5 % dans les jachères de 4-5 ans à Mfinda.

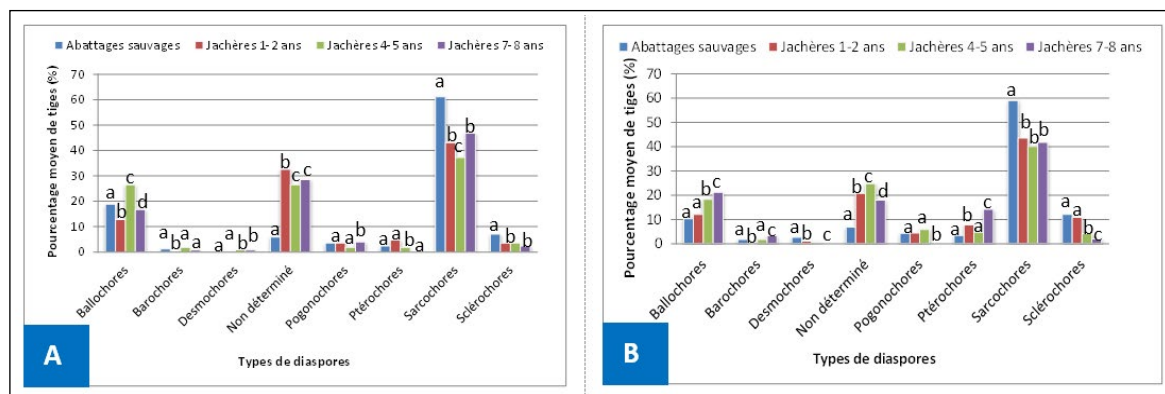


Figure 3 : Spectre brut des types des diaspores de la flore inventoriée dans les jachères et abattages sauvages à Mfinda (A) et Dounga (B). Les moyennes non significativement différentes sont suivies par la même lettre.

Spectre des modes de dissémination

Les effets « type d'occupation de sol » et « mode de dissémination » sont significatifs (test de Kruskal et Wallis, p -value = 0,0226 pour Dounga et p -value = 0,0391 pour Mfinda) (figure 4). Le pourcentage total moyen des espèces zoochores est plus important, 47 % de la florule à Mfinda et 46 % à Dounga. Cependant, il existe un effet très marqué pour le type d'occupation de sol. Le pourcentage des espèces zoochores est significativement plus élevé dans les abattages sauvages, où elles représentent plus de la

moitié de l'effectif (61,1 %), que dans les jachères, qui présentent à leur tour un pourcentage moyen des espèces le plus élevé que dans les jachères de 7-8 ans. Les espèces à dissémination anémochores et ballochores sont majoritaires respectivement dans les jachères de 1-2 ans à Dounga et dans les jachères de 4-5 ans à Mfinda. Il existe tout de même une différence - non significative - du pourcentage moyen des espèces ballochores, cela est particulièrement marqué dans les abattages sauvages et les jachères de 1-2 ans à Mfinda.

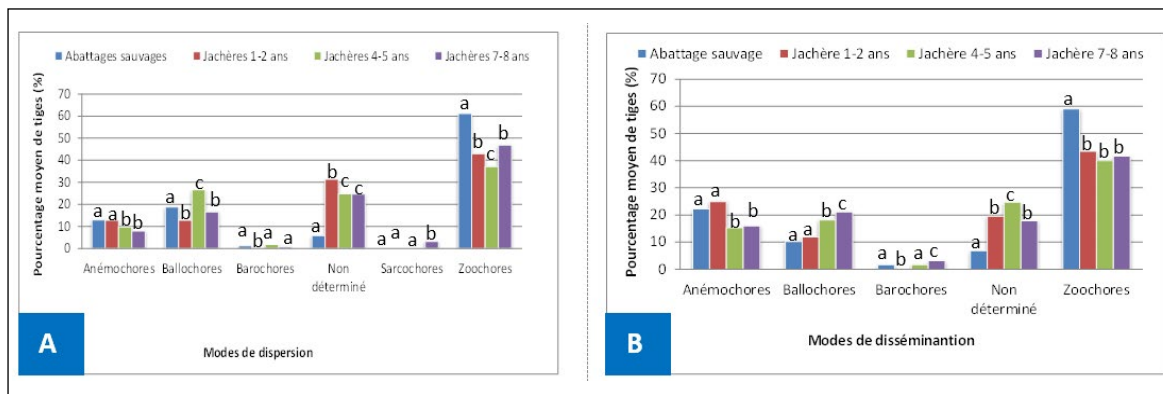


Figure 4 : Spectre brut des modes de dissémination de la flore inventoriée dans les jachères et abattages sauvages à Mfinda (A) et Dounga (B). Les moyennes non significativement différentes sont suivies par la même lettre.

Distribution des tempéraments des espèces

Le pourcentage moyen par type d'occupation de sol en fonction du tempérament des trois groupes d'espèces est significatif (test de Kruskal et Wallis, p -value = 0,0391 pour Dounga et p -value = 0,0158 pour Mfinda) (figure 5). Les tests de comparaison de moyennes montrent que pour les espèces pionnières, il n'y a pas de différences significatives entre les abattages sauvages et les jachères de 1-2 ans et 7-8 ans selon qu'on est à Mfinda ou à Dounga. En revanche, cette différence est significative pour les jachères de 4-5 ans. L'effectif

des pionnières est particulièrement élevé dans les jachères de 4-5 ans à Dounga (40 %). Par contre, il régresse dans l'ensemble des jachères de 7-8 ans, ce qui signifie que ces espèces ne supportent pas la fermeture actuelle des jachères. Globalement, les pionnières semblent instables géographiquement. Elles régressent dans les jachères de Mfinda se maintiennent dans les jachères de 7-8 ans à Dounga et colonisent les jachères de 4-5 ans à Dounga. Dans ces dernières jachères, elles se développent de façon grégaire dans des jachères soumises à un éclaircissement encore intense.

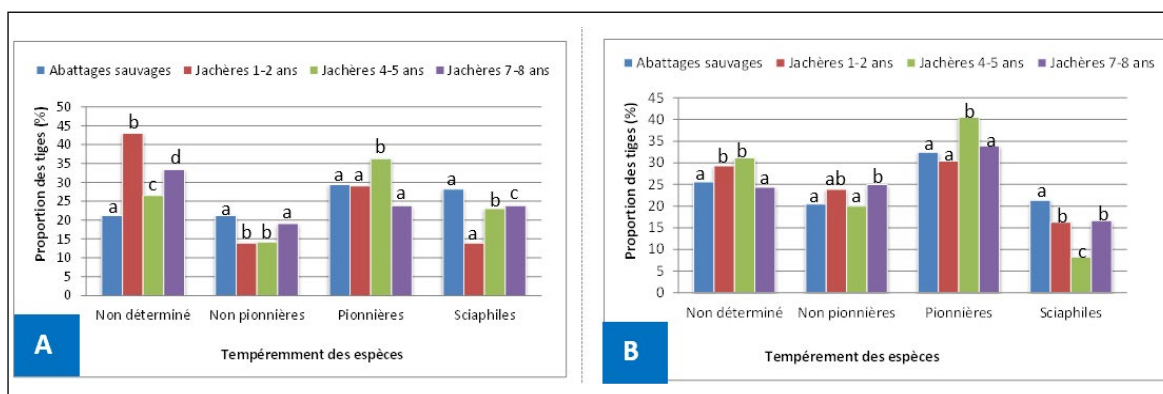


Figure 5 : Distribution des tempéraments de la flore inventoriée dans les jachères et abattages sauvages à Mfinda (A) et Dounga (B). Les moyennes non significativement différentes sont suivies par la même lettre.

Discussion

Pratiques paysannes et vulnérabilité des écosystèmes

L'accès à la ressource se fait par un certain nombre de pratique parfois destructrices à moyen ou long terme qui rend cette dernière vulnérable. L'analyse floristique a permis de comprendre qu'une forte pression anthropique est exercée sur la ressource de la relique de Dounga qui se caractérise par une quasi-disparition des individus de gros diamètre, la présence de souches et l'envahissement par les lianes et arbustes dans le sous-bois. Cette situation s'expliquerait par le fait que l'usage de l'espace pour le bois-énergie est plus individualisé dans la relique de Dounga, parallèlement à l'espace cultivé, alors que dans la relique de Mfinda les superficies ouvertes pour les activités agricoles sont plus importantes (Missamba-Lola, 2012). L'impact négatif des différentes pressions anthropiques sur les peuplements forestiers est reconnu par de nombreux auteurs (Adjonou *et al.*, 2010). Ces auteurs ont montré que les activités humaines telles que l'exploitation forestière, l'élevage, l'agriculture, l'expansion incontrôlée des habitations, les feux de brousse provoquent la destruction des écosystèmes forestiers et la disparition des espèces forestières. Ce phénomène dont les modalités ne diffèrent qu'en intensité, en fonction des localités concernées, occupe une place importante dans la résilience forestière (Fabing, 2001).

Résilience forestière

Grouzis *et al.* (2001) ont trouvé que la dynamique post-culturelle conduite sur une série d'abandons culturels se caractérise par un processus de savanisation c'est-à-dire que l'évolution de la végétation et du milieu, après abandon culturel, conduit à une formation mixte ligneuse et herbacée. Cependant, quels que soient les indicateurs de la résilience pris en considération, il apparaît nettement que, dans notre situation, la réponse de la végétation traduit une évolution croissante de la végétation après abandon conduisant à une régénération des ligneux. Cette analyse fait ressortir que les peuplements des reliques de Mfinda et Dounga peuvent récupérer suite à une perturbation et se renouveler dans la plupart des cas.

Par ailleurs, les résultats des indices de diversité des deux sites révèlent que les deux reliques forestières sont très diversifiées. En effet, l'analyse de l'influence des traits fonctionnels des espèces rencontrées dans

les peuplements montre une large diversification en espèces des deux reliques forestières qui, malgré l'intensification des pratiques paysannes, suivent leur rythme évolutif de succession post-culturelle et post-abattage sauvage pour le bois énergie, qui tend vers une formation des forêts secondaires dans lesquelles les espèces zoochores deviennent de plus en plus dominantes.

Similairement, il est irréfutable que la diversité d'un système permet une certaine souplesse face à des situations nouvelles. Pelt (1990 in Gunderson, 2000) décrit ce phénomène de la manière suivante : « *on se souviendra aussi qu'un système quelconque est d'autant moins sensible aux aléas de la conjoncture, qu'il est plus riche, plus complexe et qu'il comporte des éléments divers, chacun indispensable par son activité propre à l'équilibre global du système qu'ils constituent ensemble* ».

En revanche, on remarque que les peuplements forestiers de Dounga sont fortement perturbés et caractérisés par la fréquence de régénération des genres *Pentaclethra* et *Rauvolfia*. La relique de Dounga, malgré sa diversité élevée, est moins résiliente par rapport aux peuplements de Mfinda dont les perturbations provoquent l'envahissement par des espèces pionnières des genres *Musanga* et *Macaranga*. Diverses raisons peuvent être évoquées pour expliquer ce constat. Ils semblerait que la faible résilience soit essentiellement une conséquence de l'intensité de la perturbation (Grouzis *et al.*, 2001).

Par ailleurs, bien qu'abandonnées, les terres anciennement cultivées sont réaffectées à d'autres usages (culture, prélèvement de bois) et subissent les méfaits de feux récurrents. Ces nouvelles perturbations contrecarrent l'évolution progressive des systèmes. Par occurrence, nous pouvons avancer que les pressions induites par les pratiques exercées à Dounga expliquent mieux cette faible résilience.

Déterminants écologiques majeurs

L'analyse des déterminants écologiques de la résilience des reliques forestières montre que la situation actuelle a des causes profondes pouvant relever des facteurs environnementaux, économiques et sociaux qui se renforcent mutuellement et qui ont pour conséquences principales entre autres la dégradation des ressources naturelles. En effet, les populations riveraines aux reliques de Dounga et Mfinda dépendent principalement de ces reliques forestières

pour leur approvisionnement essentiellement en produits vivriers, produits forestiers non ligneux et bois énergie (Missamba-Lola, 2012). C'est ainsi que la vente du bois énergie semble représenter des revenus considérables à long terme (Alegre *et al.*, 2005). La satisfaction de ses besoins entraîne, à coup sûr, la destruction des espèces végétales. De par ses diverses activités, l'homme est devenu le premier facteur de dégradation des reliques forestières du littoral congolais. De plus, les villages à proximité des deux reliques forestières sont accessibles par la route nationale n°1 reliant Pointe-Noire à Brazzaville. Il est possible que ce facteur ait influencé la richesse en termes d'usages de ces reliques forestières (Fabling, 2001). Par conséquent, la route facilite l'arrivée des allochtones qui augmentent la pression

sur les reliques forestières. Chomitz et Thomas (2000) estiment que 85 % du déboisement ont lieu dans un périmètre de 50 km d'une route. Farella (2005) a établi que les agriculteurs allochtones, provenant récemment d'ailleurs, seraient moins disposés à préserver les forêts et exerceraient un déboisement plus grand afin d'être plus productifs, tandis que les agriculteurs autochtones depuis au moins trois générations auraient une sensibilité plus grande pour la préservation de la ressource et la diversification des produits. Il est cependant intéressant de constater que dans les communautés rencontrées sur les espaces agricoles et bois énergie, les grands utilisateurs des deux reliques forestières n'étaient pas exclusivement originaires de la région de Pointe-Noire.

Conclusion

La résilience des reliques forestières est effective sur le littoral congolais. Cependant, elle présente un large éventail de valeur des traits fonctionnels caractérisé par un fort pourcentage de la régénération des espèces à courte durée de vie à Mfinda qui assurera mieux une dynamique forestière évolutive dans le temps. Tandis qu'à Dounga, il est probable que l'avenir du peuplement reste incertain face à la forte concurrence qui va les opposer aux herbacées géantes dans l'avenir. Ainsi, il se dégage que l'intensité de l'action anthropique apparaît

comme le facteur déterminant qui conditionne la vie et le maintien en équilibre des écosystèmes des reliques forestières de la région de Pointe-Noire. Pour favoriser la résilience des reliques forestières, les parties prenantes devraient intensifier le processus de reforestation, d'application des lois et textes régissant la gestion durable des ressources naturelles, de monitoring systématique participatif et de sensibilisation des communautés riveraines sur la nécessité de maintenir la régénération des espèces.

Références Bibliographiques

Adjonou K, Djiwa O, Kombate Y, Kokutse AD et Kokou K. 2010. Étude de la dynamique spatiale et structure des forêts denses sèches reliques du Togo: implications pour une gestion durable des aires protégées. *International Journal Biological and Chemical Sciences*, 4:(1) : 168-183.

Alegre JC, Rao MR, Arevalo LA, Guzman W, Faminow MD. 2005. Planted tree fallows for improving land productivity in the humid tropics of Peru. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 11 : 104-117.

Blanc L, Florès O, Molino JF, Gourlet-Fleury S, Sabatier D. 2003. Diversité spécifique et regroupement d'espèces arborescentes en forêt guyanaise. *Revue forestière française*, vol LV, numéro spécial : 131-146.

Chomitz K, Thomas TS. 2000. *Geographie Patterns of Land Use and Land Intensity. WorldBank, Development Research Group, Draft Paper.* Washington, D.C.: World Bank.

Dansereau P, Lems K. 1957. The grading of dispersal types in Plant communities. *Contributions de l'Institut de Botanique de Montréal*, 71, 1-52.

Devaux C. 2016. Résilience des services écosystémiques à l'échelle du paysage : un cadre conceptuel et une analyse pour un socio-écosystème de montagne. Thèse de doctorat. Écologie, Environnement. Université Grenoble Alpes, France, 284 p.

Doucet JL. 2003. L'alliance délicate de la gestion forestière et de la biodiversité dans les forêts du centre du Gabon. Thèse de doctorat de 3e cycle, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux. Belgique. 316 p.

- Fabing A. 2001.** Bilan spatial et structurel de l'antagonisme « Préhension Anthropique / Dynamique forestière naturelle » en zone de forte croissance urbaine. Le cas de Pointe-Noire et de sa région (République du Congo). Apport de l'approche régionale à la gestion durable de la forêt dans les pays en développement. Thèse de doctorat de l'Université de Strasbourg I, 319 p.
- Farella N. 2005.** Les fermes des régions frontalières d'Amazonie brésilienne: relations entre les origines familiales, les pratiques agricoles, les impacts sur les sols et le déboisement. Thèse de doctorat en sciences de l'environnement, Montréal, Université du Québec à Montréal, 185 p.
- Gillet JF. 2013.** Les forêts à Marantaceae au sein de la mosaïque forestière du nord de la République du Congo : origines et modalités de gestion. Thèse de doctorat, Université de Liège-Gembloux, Agro-Bio Tech, Belgique, 194 p.
- Grand-Clément E. 2002.** Le rôle des bosquets anthropiques dans la dynamique du contact forêt-savane au Congo. Mémoire de DEA, 99 p.
- Grouzis M, Razanaka S, Le Flo'h E, Leprun JC. 2001.** Evolution de la végétation et de quelques paramètres édaphiques au cours de la phase post-culturale dans la région d'Analabo. Institut de recherche pour le développement, IRD, France : 327-337.
- Gunderson LH. 2000.** Ecological resilience : in Theory and application. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 31 : 425-439.
- Hecketsweiler P, Mokoko-Ikonga J. 1991.** La Reserve de Conkouati : Congo, Le secteur sud-est. UICN, Gland, Suisse, 323 p.
- Holling CS. 1973.** Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4: 1-23.
- Jamet R, Rieffel JM. 1976** – Notice explicative n°65 : Carte pédologique du Congo à 1/200000, Feuille de Pointe-Noire, feuille de Loubomo. ORSTOM, 167 p.
- Lallau B, Mbetid-Bessane E. 2010.** De la fuite à la résilience ? Les adaptations paysannes à l'insécurité militaire autour de Paoua (République Centrafricaine). « Agir en situation d'incertitude », 22-24 novembre, Agropolis, Montpellier, 12 p.
- Lavorel S, Garnier E. 2002.** Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. *Functional Ecology* 16 : 545-556.
- Missamba-Lola AP. 2012.** Etat des lieux des reliques forestières de Dounga à Nsinga et de Tchichiefou à Tchissoko. *Rapport interne*. Unité de Recherche Gestion Sociale et Environnementale, CRDPI, 37 p.
- Missamba-Lola AP, Matondo R, Marien JN, Samba-Kimbata MJ, Gillet JF. 2015.** Dynamique spatio-temporelle des recrus forestiers aux bords des pistes secondaires : Cas des UFA-CIB dans la cuvette Congolaise. *Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo*, 4: 34-45.
- Nzila JDD. 1996.** Principales caractéristiques des sols de reboisement dans la région de Pointe Noire. *Document interne*, UR2PI, 15 p.
- Pansu J., 2014.** Impacts des activités anthropiques sur la biodiversité : une approche spatiale et temporelle par analyse de l'ADN environnemental. Thèse de doctorat, Université de Grenoble, France, 258 p.
- Raunkiaer C. 1934.** The life of plants and statistical plant geography. Oxford, XVI. 632 p.
- Redon M, Sarthou JP, Larrieu L. 2009.** Expertise écologique d'un peuplement forestier : étude de la complémentarité de deux indicateurs de biodiversité. *Revue Forestière Française*, LXI, (6) : 611-628.
- Samba-Kimbata MJ. 1978.** Le climat du Bas Congo. CRC. Dijon Thèse de 3^e cycle, 280 p. + figures.
- Samba-Kimbata MJ. 1991.** Précipitations et bilans de l'eau dans le bassin forestier du Congo et ses marges. Thèse de Doctorat d'État ès-lettres et sciences Humaines. Dijon, Paris. 242 p. + figures.
- Thompson I. 2011.** Biodiversité, seuils de tolérance des écosystèmes, résilience et dégradation des forêts. *Unasylva*, 62, 2011/2 : 25-29.
- Vallauri D. 2002.** Si la forêt s'écroule... quelle gestion forestière française après les tempêtes. *Revue Forestière Française*, LIV (1) : 43-54.
- Vennetier P. 1968.** Pointe-Noire et la façade maritime du Congo-Brazzaville. Mémoire ORSTOM, n°26, 458 p.

CARACTÉRISATION DE LA FLORE ET DE LA VÉGÉTATION DES ZONES RUDÉRALES DU PARC NATIONAL DU BANCO (SUD CÔTE D'IVOIRE)

AKAFFOU SEV ^{1*}, MÉVANLY O¹, KOUADIO YJC¹, GOULI GNANAZAN ZR¹, TIÉBRÉ MS^{1, 2}

RÉSUMÉ

Les zones rudérales constituent des points de départ pour la prolifération des espèces exotiques envahissantes. L'objectif de cette étude est de contribuer à une meilleure connaissance de la flore et de la végétation des zones rudérales du Parc national du Banco. Il s'agit d'identifier les espèces végétales des milieux rudéraux, les espèces exotiques invasives et de caractériser les groupements végétaux et les espèces caractéristiques de ces milieux. Deux cent trois parcelles (203) de relevés phytosociologiques de 50 m² (10 m x 5 m) ont été installées aux abords des sentiers touristiques, dans la zone d'emprise des lignes de haute tension, dans les campements et à la périphérie du parc. Toutes les espèces végétales présentes ont été relevées et affectées d'un coefficient d'abondance-dominance. Les résultats ont montré que 302 espèces végétales réparties en 220 genres et 93 familles colonisent ces milieux. Dix-neuf espèces exotiques envahissantes dont une espèce avérée invasive ont été identifiées. Sept groupements végétaux ont été déterminés, dont quatre colonisés par les plantes invasives comme *Hopea odorata*, *Chromolaena odorata* et *Lantana camara*. Cette étude constitue une base préliminaire de la connaissance des groupements végétaux des zones rudérales du Parc national du Banco. Ces milieux méritent plus d'attention dans la stratégie de conservation des aires protégées en Côte d'Ivoire.

Mots clés : Espèces exotiques envahissantes, Côte d'Ivoire, Groupements végétaux, Parc national du Banco, Zones rudérales.

CHARATERIZATION OF THE FLORA AND THE VEGETATION OF RUDERAL AREAS OF BANCO NATIONAL PARK (SOUTH CÔTE D'IVOIRE)

ABSTRACT

Ruderal areas are starting points for proliferation of invasive alien species. The objective of this study is to contribute to a better understanding of flora and vegetation of ruderal areas of Banco national Park. It's about identifying the plant species of the ruderal areas, the invasive exotic species and characterizing the plant groupings and the species characteristic of these environments. Two hundred and three (203) phytosociological plots of 50 m² (10 m x 5 m) has been installed near tourist trails, under of high voltage lines, in camps and on the outskirts of the park. All the plant species present were noted and assigned an abundance-dominance coefficient. The results showed that 302 plant species divided into 220 genera and 93 families colonize these environments. Nineteen invasive alien species, including one known to be invasive, have been identified. Seven plant groups have been identified, four of which have been colonized by invasive plants such as *Hopea odorata*, *Chromolaena odorata* and *Lantana camara*. This study constitutes a preliminary basis for understanding the plant groups in the ruderal zones of the Banco National Park. These environments deserve more attention in the conservation strategy for protected areas in Côte d'Ivoire.

Key words : Alien species, Banco national Park, Côte d'Ivoire, Plant groups, Ruderal areas.

¹ Laboratoire de Botanique, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

² Centre National de Floristique, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

*Auteur de correspondance : akaffousopie@yahoo.fr

Introduction

L'urbanisation crée de nouveaux écosystèmes qui abritent une flore spécialisée adaptée aux milieux anthropiques (Neto *et al.*, 2015). La spécialisation des plantes dans les écosystèmes altérés a entraîné la croissance d'une population végétale appelée "espèces rudérales" qui s'adaptent mieux aux conditions environnementales (Neto *et al.*, 2015). En effet, les espèces rudérales sont des plantes qui poussent spontanément dans des milieux perturbés appelés zones rudérales qui se définissent comme des milieux influencés par l'homme, à savoir les bordures de routes, de pistes, les friches, les voies ferrées, les terrains vagues, les voies électriques de haute tension, les décharges, les décombres, les dépotoirs, les bordures de routes, de chemins, de massifs forestiers etc. (Uchida *et al.*, 2014). Les espèces rudérales, aussi appelées «mauvaises herbes» caractérisent le plus souvent des milieux « caractérisent le plus souvent des milieux non productifs (Culat et Celle, 2015). Tout de même, la végétation rudérale revêt une importance capitale pour la conservation de la biodiversité des écosystèmes car la ré-végétalisation spontanée de ces habitats anthropisés s'accompagne de nombreuses espèces héliophiles qui y trouvent les conditions idéales pour leur développement (Uchida *et al.*, 2014). Certaines plantes rudérales ont des valeurs médicinales, tandis que d'autres n'ont pas d'utilité connue. Sur le plan écologique, la flore rudérale croît rapidement, assure une couverture rapide des sols dénudés et contribue ainsi à la fixation des sols et à la lutte contre l'érosion (Nyakabwa, 1981). Des travaux scientifiques révèlent que les zones rudérales contribuent aux services écosystémiques comme la réduction de la température et du ruissellement, la création d'un habitat pour la faune et la séquestration du carbone (Robinson et Lundholm, 2012). Bowen *et al.* (2009) ont montré que les milieux rudéraux favorisent la richesse et l'abondance de certaines espèces d'oiseaux forestiers. D'ailleurs, la conversion de ces milieux rudéraux en environnements forestiers entraîne souvent une perte de la diversité floristique et faunique (Uchida *et al.*, 2016). Par

conséquent, le maintien de ces milieux est de plus en plus préconisé dans certains pays (Kowarik, 2011). Toutefois, d'autres études scientifiques ont aussi montré que les milieux rudéraux constituent des zones d'introduction des espèces non indigènes exotiques envahissantes (Tiébré *et al.*, 2008). Ces plantes modifient non seulement la richesse et la composition floristique des milieux envahis mais aussi les services écosystémiques (Vilà *et al.*, 2011). Elles engendrent de nombreux impacts négatifs sur le plan écologique, environnemental, économique et social (Maxwell *et al.*, 2016). De ce fait, ces plantes sont une réelle menace pour de nombreuses aires protégées comme les parcs nationaux et les forêts classées (Pellerin *et al.*, 2017).

En Côte d'Ivoire, le Parc National du Banco est un massif forestier urbain relique du littoral ivoirien. Il est caractérisé par une diversité de micro-habitats naturels (Sako et Beltrando, 2014) et est en proie aujourd'hui à de nombreuses pressions anthropiques, notamment l'urbanisation, l'agriculture périphérique et l'écotourisme (Akoue *et al.*, 2017). De nombreux chemins et voies d'accès ont été créés pour faciliter la gestion et la circulation des biens et des personnes. Le long de ces sentiers s'est développée une végétation rudérale. Actuellement, le Parc National du Banco renferme des espèces végétales invasives (Tiébré et Gouli Gnanazan, 2018 ; Akaffou *et al.* 2019). Dans l'optique de contribuer à une meilleure gestion de ce parc, les questions suivantes ont été posées : (1) Quelles sont les espèces végétales qui colonisent les milieux rudéraux du Parc National du Banco ? (2) quel est l'état d'envahissement des zones rudérales par les plantes exotiques invasives ? et (3) quels sont les groupements végétaux qui les caractérisent.

La présente étude s'est fixée comme objectif général de contribuer à une meilleure connaissance de la flore et de la végétation des zones rudérales du Parc National du Banco. De façon spécifique, il s'est agi (1) d'identifier les espèces végétales des milieux rudéraux et les espèces exotiques invasives, et (2) de caractériser les groupements végétaux et les espèces caractéristiques de ces milieux.

Matériel et Méthodes

Site d'étude

L'étude s'est déroulée au Parc national du Banco. Il est situé dans le district autonome d'Abidjan entre 5°21' et 5°25' de latitude Nord et entre 4°01' et 4°05' de longitude Ouest (figure 1). Conformément au décret N°2018-510 du 30 mai 2018, le Parc national du Banco couvre actuellement une superficie de 3438,34 ha. Le climat est de type tropical (Peel *et al.*, 2007). La courbe ombrothermique obtenue à partir des données de la station météorologique SODEXAM pour la période de 2008 à 2018 montrent que le climat est caractérisé par quatre saisons : deux saisons sèches, décembre à février et d'août à septembre et deux saisons de pluies, mars à juillet et d'octobre à novembre. La moyenne de la température annuelle avoisine 26 °C. La hauteur

maximale moyenne de pluies obtenue est de 453,43 mm en juin et la hauteur minimale est de 13,66 mm en janvier. Le sol du parc est de type ferrasol (FAO, 2006) caractérisé par un sol sableux, ferralitique et fortement désaturé (Perraud, 1971). Le Parc national du Banco est une forêt sempervirente. C'est une relique de forêt littorale primaire psammohygrophile (Lauginie, 2007). Les arbres dominants la strate supérieure sont *Turraeanthus africanus* (Welw. ex C. DC.) Pellegr., *Synsepalum afzelii* (Engl.) T. D. Penn., *Berlinia confusa* Hoyle, *Blighia welwitschii* (Hiern) Radlk., *Coula edulis* Baill., *Dacryodes klaineana* (Pierre) H.J. Lam, *Lophira alata* Banks ex Gaertn.f., *Petersianthus macrocarpus* (P. Beauv.) Liben et *Piptadeniastrum africanum* (P. Beauv.) Liben. (De Koning, 1983 ; Lauginie, 1996).

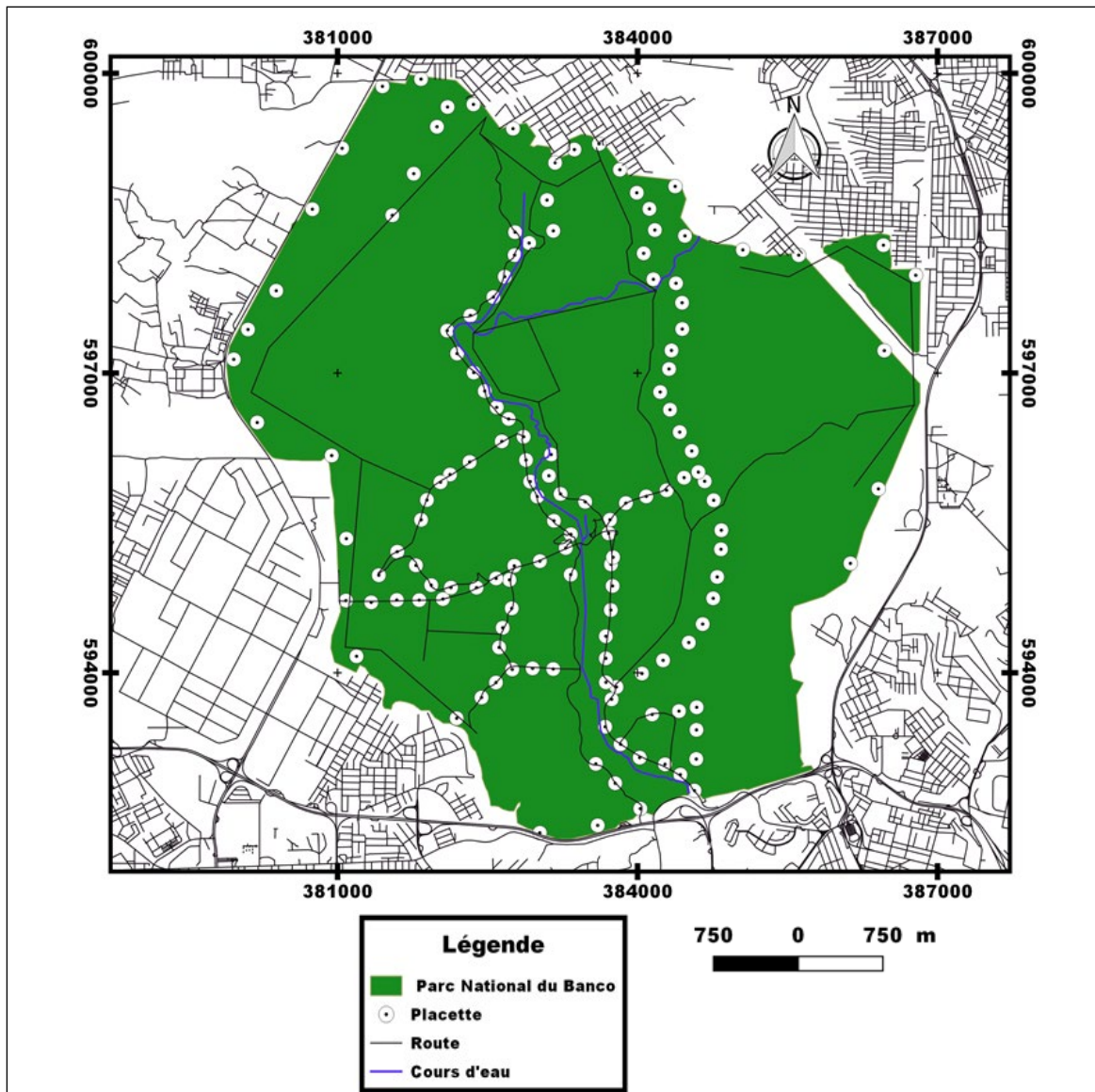


Figure 1 : Localisation et répartition des placettes d'échantillonnage dans le Parc national du Banco

Collecte des données

À l'issue des travaux de prospection, quatre types d'habitats ont été sélectionnés : les bordures des sentiers touristiques, les zones d'emprise des lignes de haute tension, la périphérie du parc et les campements détruits et actuels. Deux cent trois placettes de 50 m² (10 m x 5 m) ont été disposées soit 80 placettes en bordure des sentiers touristiques, 35 dans les zones d'emprise des lignes de haute tension, 46 à la périphérie du parc et 42 dans les campements. À l'intérieur de chaque placette, toutes les espèces végétales ont été identifiées et leurs coefficients d'abondance-dominance estimés suivant l'échelle de Van der Maarel (1979). Le recouvrement des plantes invasives a été estimé en suivant l'échelle de Vahrameev et Nobilliaux (2013). Selon ces auteurs, le niveau d'envahissement est nul lorsqu'aucune plante invasive n'est observée et il est de 5 pour un envahissement supérieur à 75%. Les paramètres environnementaux comme l'altitude et l'éclairement ont également été notés. L'éclairement a été apprécié à partir des travaux de Rameau *et al.* (1989) qui définissent trois types d'éclairement (milieu éclairé, demi-ombre et ombragé).

La nomenclature adoptée pour les espèces végétales est celle de APG IV (2016). Les noms des espèces ont été actualisés grâce aux travaux de Lebrun et Stork (1991-1997). Les espèces végétales invasives ont été identifiées sur la base des listes existantes d'espèces exotiques envahissantes. En effet, des ouvrages et articles sur les plantes invasives ont été consultés et synthétisés (De Foresta, 1995 ; Gautier *et al.*, 1999 ; Chatelain *et al.*, 2001 ; Neuba *et al.*, 2014 ; UICN/PACO, 2013 ; Noba *et al.*, 2017). La base de données mondiale des espèces invasives (www.issg.org/database/welcome), le recueil d'espèces invasives de CABI www.cabi.org/isc/ et la liste des plantes invasives de l'Afrique de l'Ouest (<http://issg.org/pdf/publications/GISP/Resources/wAfrica-EN.pdf>) ont été également consultés et synthétisés. Ces données ont été complétées par des communications d'experts locaux (Aké-Assi, communications personnelles) et des observations sur le terrain. Cette liste provisoire a servi de support pour l'inventaire des espèces invasives du Parc national du Banco (Akaffou *et al.*, 2019). Ces espèces ont ensuite été classifiées selon la méthode de Dortal et Geslin (2016) et Quere et Geslin (2016). Ces auteurs ont défini trois catégories de plantes invasives. Les invasives avérées (IA) qui sont des plantes non indigènes montrant une dynamique d'extension rapide du fait d'une reproduction

sexuée ou d'une multiplication végétative intenses, et formant localement, des populations denses et bien installées; les invasives potentielles (IP) qui sont des espèces non indigènes ne présentant pas actuellement de caractère envahissant avéré dans le territoire considéré mais dont la dynamique à l'intérieur de ce territoire et/ou dans les régions limitrophes ou climatiquement proches, est telle qu'il existe un risque de les voir devenir à plus ou moins long terme des espèces invasives avérées; les plantes à surveiller (AS) qui sont des espèces non indigènes ne présentant actuellement pas (ou plus) de caractère envahissant avéré mais dont la possibilité de développer un caractère envahissant n'est pas totalement écartée, compte tenu notamment du caractère envahissant de cette plante dans d'autres régions du monde.

Analyse des données

La diversité spécifique a été évaluée à l'aide de l'indice de diversité de Shannon (1949). La répartition équitable des individus au sein des espèces a été évaluée à partir de l'indice d'équitabilité de Pielou (1966). Pour comparer les moyennes des indices de diversité, le test non paramétrique de Kruskal-Wallis a été réalisé en raison de l'absence de normalité dans la distribution des données. Des tests de comparaison par paire ont été effectués grâce au test de Dunn à 5 %. Le logiciel XLSTAT version 2016 a été utilisé pour réaliser ces tests.

Pour discriminer les espèces végétales et les facteurs environnementaux responsables de la distribution de ces espèces dans les zones rudérales, les données floristiques et environnementales ont été soumises à l'ordination canonique des correspondances (ACC) avec le logiciel CANOCO (Canonical Community Ordination). Cette méthode, déjà utilisée par Ouattara *et al.* (2017), a permis de discriminer les groupes écologiques distincts. L'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) couplée à la classification ascendante hiérarchique (CAH), réalisée à l'aide du logiciel R-3.5.1, a permis d'identifier les groupements végétaux issus des groupes écologiques mis en évidence par l'ACC. La méthode IndVal de Dufrêne et Legendre (1997) a permis de déterminer les espèces indicatrices de chaque groupement végétal. La valeur indicatrice (IV) de toutes les espèces a été calculée avec le logiciel IndVal.2.0 (Dufrêne, 2004) et chaque groupement végétal a été nommé par les deux espèces présentant les plus fortes Valeurs Indicatrices (IV).

Résultats

Gradients environnementaux et typologie des habitats rudéraux

L'analyse canonique des correspondances (ACC) a permis de discriminer trois groupes écologiques (Figure 2). Les deux premiers axes du plan factoriel expliquent 74,30 % de la variance totale de la relation entre les espèces et les variables environnementales. L'axe 1, fortement corrélé (92 %) à l'éclairement, traduit un gradient de luminosité. Cet axe, fortement corrélé (70 %) au niveau d'envahissement, traduit également un gradient d'invasion. L'axe 1 individualise dans le plan positif, les groupes (G2) et (G3) et, dans le plan négatif, le groupe (G1). Le groupe (G1), composé

par la quasi-totalité des placettes des bordures de sentiers touristiques, se caractérise par un faible éclaircissement et une absence de plantes invasives. Le groupe (G2) renferme en majorité les placettes des campements et de la périphérie du parc. Il est caractérisé par un fort éclaircissement et degré élevé d'envahissement. Quant au groupe (G3), il est constitué de toutes les placettes des fils de haute tension et de quatre placettes de la périphérie du parc. Il se distingue par un fort éclaircissement et un niveau moyen d'envahissement. La dispersion des placettes s'est faite également selon l'axe 2 lié au type d'habitat. Cet axe discrimine alors du haut vers le bas, les groupes (G2), (G1) et (G3).

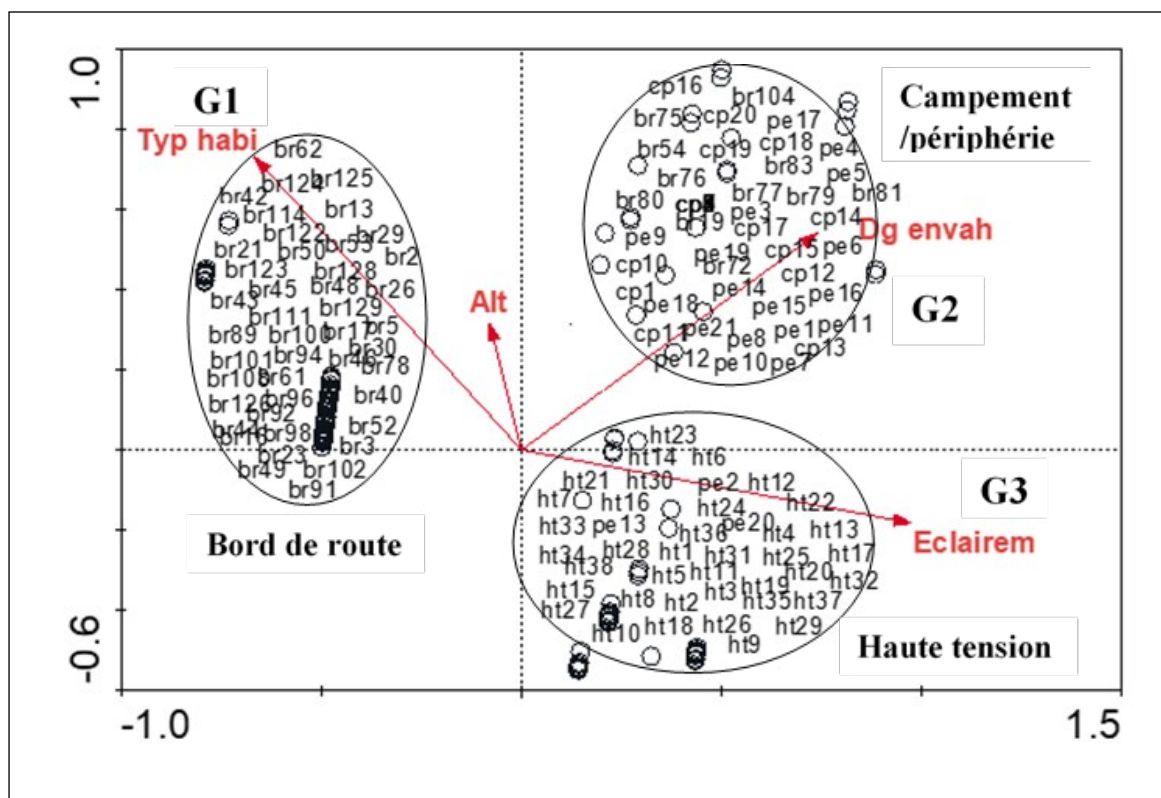


Figure 2 : Ordination des parcelles par l'Analyse Canonique de Correspondance (ACC).

br : Parcelles des Bords de routes ; cp : Parcelles des Campements ; pe : Parcelles de la Périphérie ; ht : Parcelles sous les fils à Haute-tension ; Dg envah : Degré d'envahissement ; Eclairc : Eclaircissement ; Typ habi : Type habitat, Alt : Altitude.

Richesse et diversité spécifique des groupes écologiques

Cette étude a permis de recenser 302 espèces végétales réparties en 220 genres et 93 familles (Annexe 1). Dix-neuf espèces exotiques envahissantes ont été identifiées dont une avérée invasive et dix-huit invasives potentielles (Annexe 2). La richesse spécifique varie d'un groupe écologique à un autre. Le groupe (G1) est le plus riche en espèces (212

espèces) tandis que le groupe (G2) est le plus pauvre (53 espèces). Le tableau 1 montre une différence significative entre les groupes écologiques ($X^2 = 70,77$, $P < 0,0001$). Le groupe (G1) présente en moyenne $16,9 \pm 5$ espèces par placette, le groupe (G3) $12,8 \pm 4,8$ espèces par placette et le groupe (G2) $9,2 \pm 1,7$ espèces par placette. Les trois groupes écologiques sont peu diversifiés avec des valeurs moyennes de l'indice de diversité de Shannon de

l'ordre de $H' = 2,6 \pm 0,3$ pour le groupe (G1), $H' = 2,0 \pm 0,4$ pour le groupe (G3) et $H' = 1,0 \pm 0,1$ pour le groupe (G2). Les différences entre ces moyennes sont significatives ($X^2 = 103,25$; $P < 0,0001$). Quant à l'indice d'Équitabilité de Pielou, il existe également une différence significative entre les valeurs moyennes des différents groupes écologiques ($X^2 = 148,36$; $P < 0,0001$). Le groupe (G1) enregistre la plus forte valeur ($E = 0,9 \pm 0,0$) tandis que le groupe (G2) la plus faible ($E = 0,6 \pm 0,0$).

Caractérisation des groupements végétaux

Groupements végétaux du groupe écologique 1 (bordures des sentiers touristiques)

L'ordination et la classification hiérarchique reprenant tous les relevés des bordures de sentiers touristiques ont permis de distinguer deux groupements végétaux (figures 3 et 4) : Il s'agit du groupement à *Heterotis rotundifolia* et *Asystasia gangetica* (G1_1). C'est une association de plantes herbacées sciaphiles des régions tropicales ou subtropicales. Ce groupement est quelque fois monospécifique. Le second groupement est le groupement à *Aneilema beniniense* et *Amaranthus spinosus* (G1_2). On y rencontre également *Microdesmis keayana* et *Baphia nitida* qui sont des espèces arbustives caractéristiques

des milieux perturbés. Quelques espèces herbacées et lianescentes telles que *Cyathula prostrata*, *Salacia nitida*, *Neuropeltis acuminata* et *Lastreopsis subsimilis* y sont également présentes. *Lastreopsis subsimilis* est une espèce sciaphile qui s'adapte au milieu ouvert.

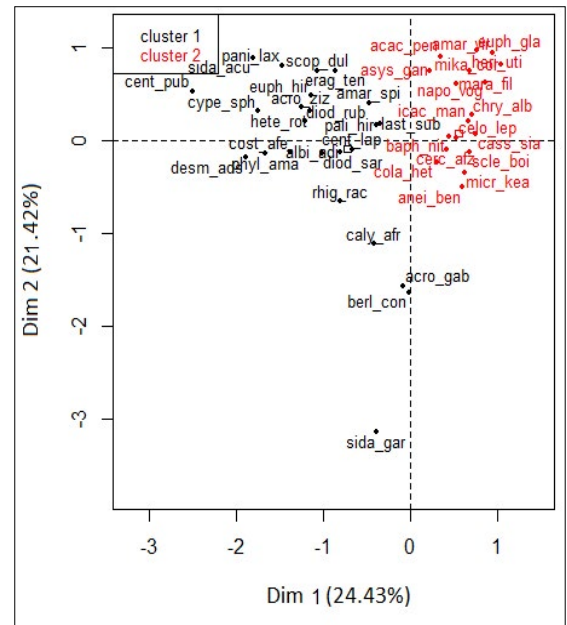


Figure 3 : Ordination des groupements végétaux des abords de sentiers touristiques

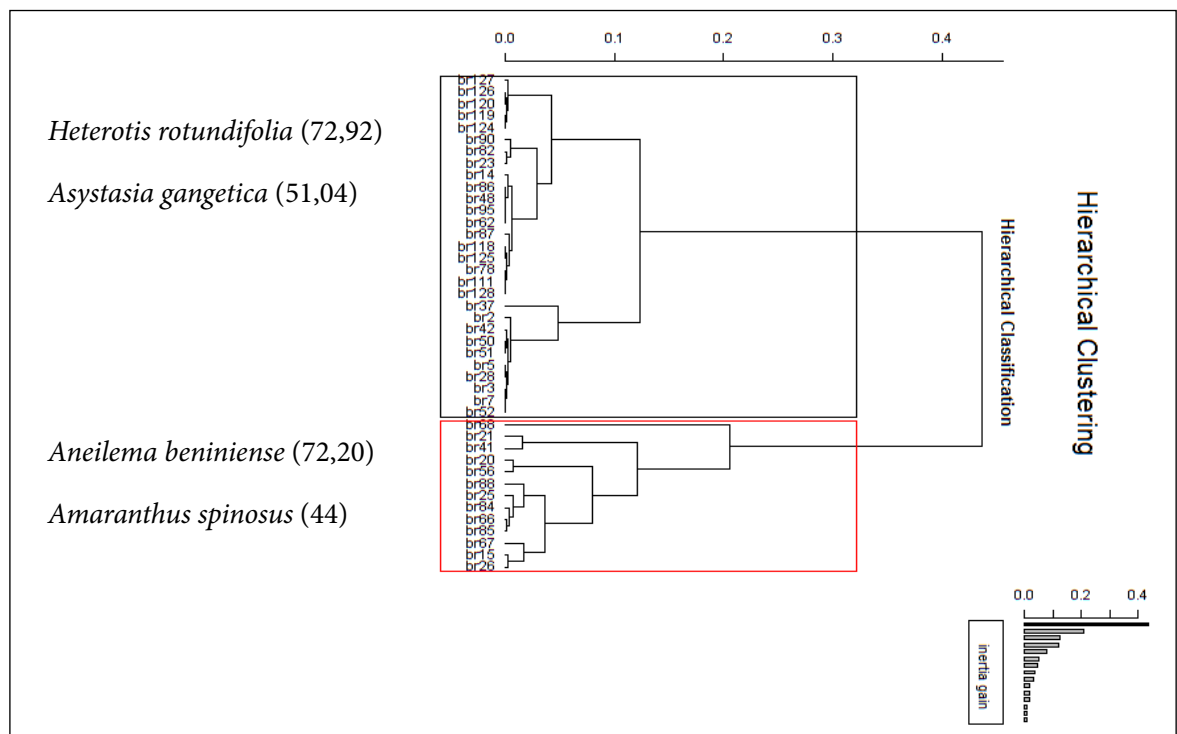


Figure 4 : Dendrogramme de la classification hiérarchique des placettes aux abords des sentiers touristiques montrant les groupements végétaux, avec quelques espèces caractéristiques

Groupeements végétaux du groupe écologique 2 (campements et périphérie du parc)

Dans les sites des campements et de la périphérie du parc, trois groupements végétaux ont été individualisés (figures 5 et 6) : Le premier groupement est celui à *Synedrela nodiflora* et *Amaranthus viridis* (G2_1). *Synedrela nodiflora* est une plante annuelle thérophyte avec un système racinaire pivotant et ramifié et *Amaranthus viridis* est une herbacée également présente dans les milieux nitrophiles. Dans cette communauté, des espèces invasives potentielles de faible abondance ont été identifiées. Ce sont *Ageratum conizoides* et *Hopea odorata*. Le second groupement est celui à *Chromolaena odorata* (G2_2). C'est un groupement strictement héliophile caractérisé par *C. odorata* qui est une espèce invasive avérée. Dans cette communauté, de nombreuses espèces invasives potentielles d'abondance élevée ont été identifiées. Ce sont : *Lantana camara*, *Croton hirtus*, *Cecropia peltata*, *Leuceuna leucocephala*, *Diffenbachia picta* et *Stenotaphrum secundatum*. Le troisième groupement est celui à *Mimosa invisa* et *Pueraria phaseoloides* (G2_3). *Pueraria phaseoloides* est une espèce invasive potentielle lianescente sciaphile qui s'adapte bien aux milieux perturbés. Dans ce groupement,

l'on trouve également d'autres espèces invasives potentielles avec de forte abondance. Il s'agit de *Tithonia diversifolia*, *Euphobia heterophylla*, *Turnera ulmifolia*, *Syngonium podophyllum* et *Bambusa vulgaris*. Des espèces cultivées telles que *Colocasia esculenta*, *Xanthosoma mafaffa*, *Ipomoea batatas*, *Manihot exculenta* et la légumineuse *Talinum triangulare* y sont rencontrées.

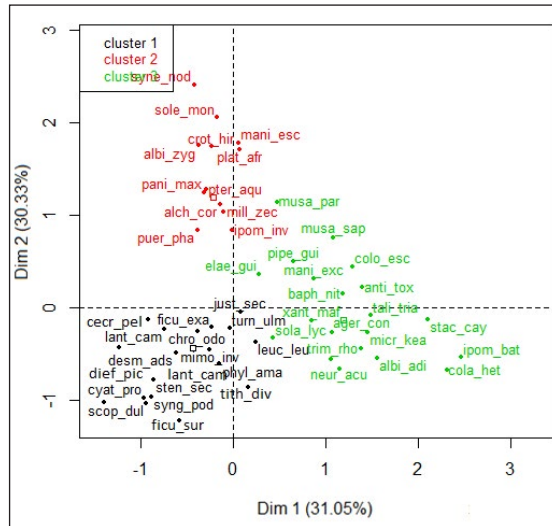


Figure 5 : Ordination des groupements végétaux des sites du campement et la périphérie du parc

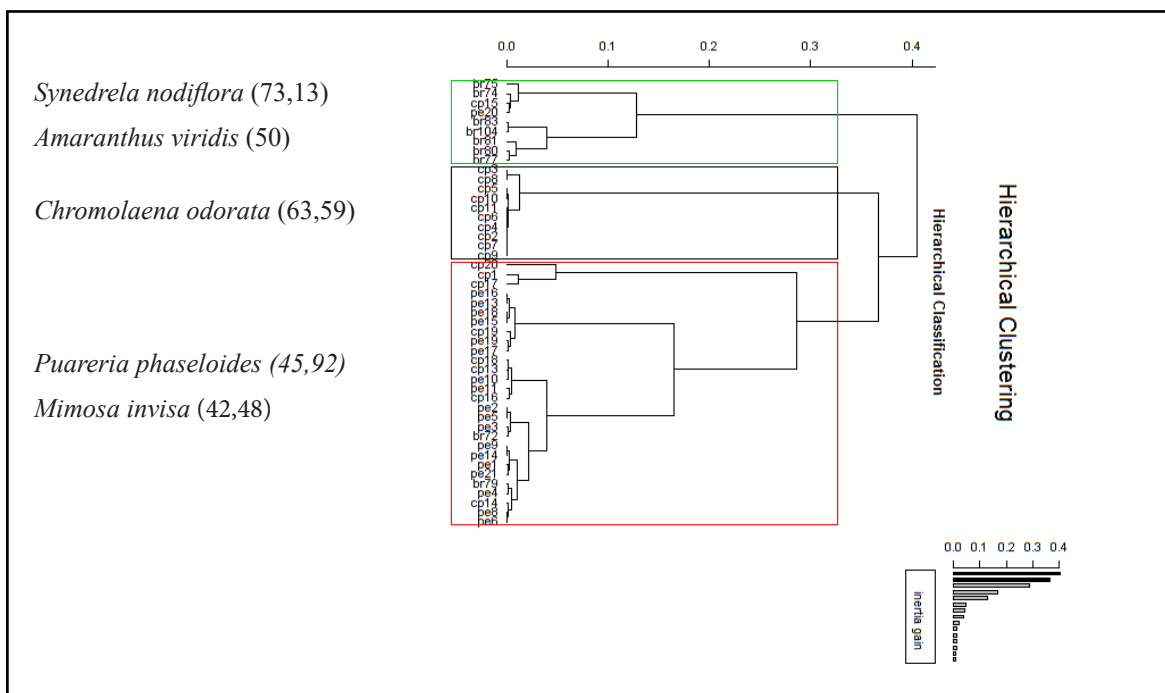


Figure 6 : Dendrogramme de la classification hiérarchique des placettes des sites Campement-périphérie du parc montrant les groupements végétaux, avec quelques espèces caractéristiques.

Groupelements végétaux du groupe écologique 3 (sous les fils de haute tension)

Deux groupements végétaux ont été discriminés dans la zone d'emprise des fils de haute tension (figures 7 et 8) : Le premier groupement est celui à *Thaumatococcus danielli* et *Calycobolus africanus* (G3_1). *Thaumatococcus danielli* est une plante vivace herbacée des clairières forestières. *Calycobolus africanus* est une espèce lianescente des milieux ombragés et demi-ombragés. Dans ce groupement, des espèces ligneuses comme *Cola heterophylla* et *Pentaclethra macrophylla* y sont trouvées. Le second groupement est celui à *Strychnos camptoneura* et *Combretum dolichopetalum* (G3_2). Il s'agit d'espèces lianescentes des forêts secondaires et des clairières forestières. Dans ce groupement, l'espèce invasive avérée *Chromolaena odorata* et des espèces invasives potentielles comme *Breynia disticha*, *Ageratum conizoides*, *Bambusa vulgaris*, *Alternanthera brasiliana* et *Euphorbia heterophylla* y sont fréquentes. On y trouve aussi *Microdesmis keayana*, *Baphia nitida*, *Cola heterophylla* et *Baphia bancoense* qui sont des espèces arbustives.

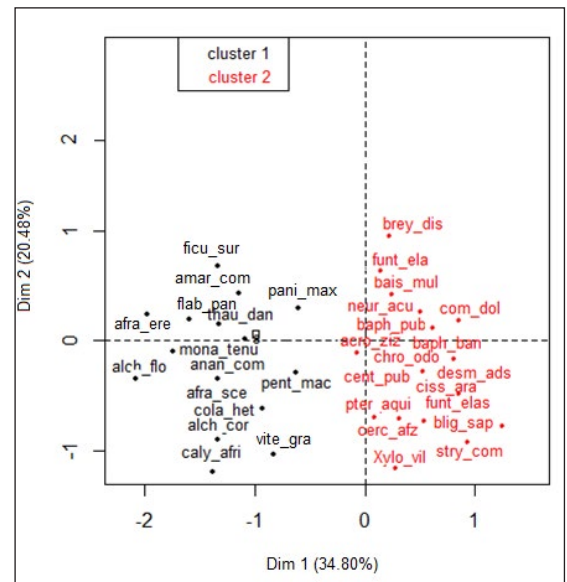


Figure 7 : Ordination des groupements végétaux dans la zone d'emprise des fils de haute-tension.

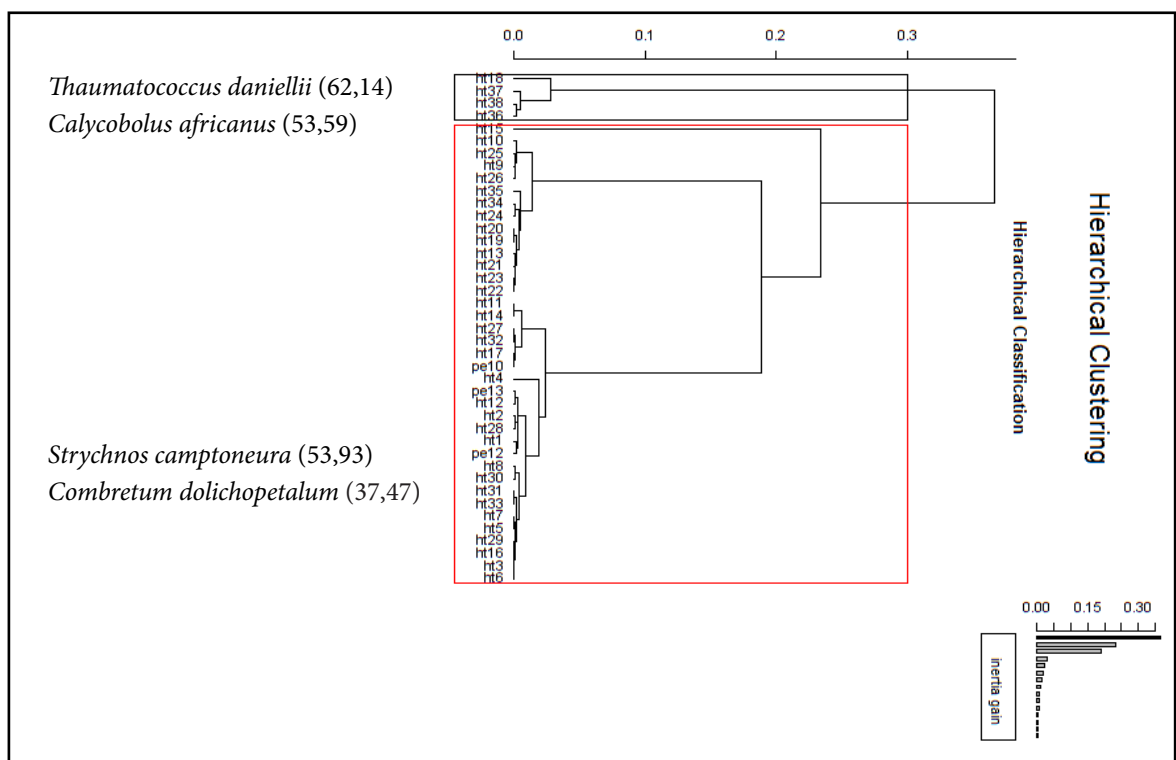


Figure 8 : Dendrogramme de la classification hiérarchique des placettes sous les fils à haute-tension montrant les groupements végétaux, avec quelques espèces caractéristiques.

Discussion

Le recensement floristique réalisé dans les zones rudérales du Parc national du Banco a montré une richesse floristique importante. Ces milieux, d'apparence peu attrayante, détiennent 57,39 % de la flore du parc estimée à 622 espèces (De Koning, 1983). Plusieurs auteurs, notamment Kouakou *et al.* (2015), ont démontré que ces milieux perturbés détiennent une diversité spécifique importante. L'abondance en espèces serait liée aux adaptations écologiques car ces habitats anthropisés renferment de nombreuses espèces héliophiles qui y trouvent les conditions idéales pour leur développement (Uchida *et al.*, 2014). Ce sont souvent des espèces avec une croissance et un cycle de vie rapides (Vidal, 1998). Trois groupes écologiques ont été discriminés dans les zones rudérales du Parc National du Banco. Le premier groupe est caractérisé par un faible éclaircissement et une absence de plantes invasives. On le rencontre le long des sentiers touristiques. Le deuxième groupe se distingue par un fort éclaircissement et un degré élevé d'envahissement. Il se situe dans les campements et à périphérie du parc. Enfin, le troisième groupe se définit par un fort éclaircissement et un niveau moyen d'envahissement. Il est localisé sous les fils de haute tension. Ainsi, les facteurs environnementaux interviennent de manière significative dans la discrimination des groupes écologiques (Ababou *et al.*, 2009). Ces résultats sont en accord avec ceux de Baret et Strasberg (2005) dans les aires protégées de la Réunion et ceux de Akodéwou *et al.* (2019) dans l'aire protégée Togodo au Sud-Est du Togo. La présente étude a aussi démontré un gradient décroissant de diversité floristique des bordures des sentiers touristiques vers les campements et la périphérie du parc. Le principal facteur explicatif serait l'anthropisation de plus en plus accrue de ces zones. En effet, les zones rudérales avec un fort éclaircissement présentent un degré élevé d'envahissement. Au sein du Parc National du Banco, on les rencontre dans les campements, à la périphérie du parc et sous les fils

de haute tension. Les espèces invasives y trouvent les conditions favorables à leur prolifération et concurrencent fortement les plantes indigènes (Gouli Gnanazan et Tiébré, 2018 ; Akodéwou *et al.*, 2019). Des auteurs comme Powell *et al.* (2011) ont démontré que les perturbations observées au niveau des zones habitées s'accompagnent de l'introduction d'un grand nombre d'espèces non-indigènes qui peuvent par la suite devenir invasives. Ces espèces forment des peuplements denses qui étouffent les plantes indigènes confirmant ainsi l'hypothèse selon laquelle plus un milieu est envahi moins il est diversifié (Connell, 1978 ; Global Invasive Species Database, 2019).

Sept groupements végétaux ont été identifiés dans les zones rudérales du Parc National du Banco. Trois groupements à espèces non invasives ont été rencontrés en bordure des sentiers touristiques et dans les zones ombragées et semi-ombragées sous les fils de haute tension. Le premier groupement à *Heterotis rotundifolia* et *Aneilema beniniense* a également été décrit par Nyakabwa (1981) sur les bords des chemins et les terrains régulièrement piétinés de Kisangani au Congo. Les deux autres groupements végétaux n'ont jamais été répertoriés dans la littérature. Des études complémentaires devront être menées afin de mettre en lumière les groupements végétaux qui les caractérisent. Quatre autres groupements végétaux contenant des espèces invasives ont été identifiés. On les rencontre dans les campements, à la périphérie du parc et sous les fils de haute tension. Trois renferment des espèces invasives potentielles ; un groupement à *Chromolaena odorata*, une espèce invasive avérée a été défini. Ce résultat est conforme à celui de Gouli Gnanazan et Tiébré (2018) qui ont isolé un tel groupement dans les zones rudérales du Parc National du Banco. N'Guessan (2018) a aussi décrit ce groupement dans les jachères de la Forêt classée d'Agbo 1 au Sud-Est de la Côte d'Ivoire.

Conclusion

Il ressort de cette étude que la flore des zones rudérales du Parc national du Banco est très diversifiée, tant au niveau des espèces que de la végétation. L'étude phytosociologique a permis de déceler sept groupements végétaux. Dix-neuf espèces invasives ont été localisées principalement

dans les campements, à la périphérie du parc et sous les fils de haute tension. L'abondance de ces espèces constitue une menace pour le parc. La stratégie de gestion du parc doit prendre en compte les espèces invasives des zones rudérales pour une gestion durable de sa biodiversité.

Remerciements

Nous remercions la Fondation Internationale pour la Science (IFS) pour le projet de recherche «Individual Grant Number J / 5728-1» et le prix Carolina Mac Gillavry attribués au Professeur TIÉBRÉ Marie-Solange Épouse RENSONNET et pour le projet IFS N° I1_D_6075-1 attribué au

docteur GOULI Gnanazan Zinsi Roseline. Nos remerciements vont également à l'endroit de Monsieur TÉRÉ Henri pour la détermination des échantillons d'herbier et à l'Office Ivoirien des Parcs et Réserves (OIPR) pour l'autorisation de conduite de cette étude au parc national du Banco.

Références Bibliographiques

Ababou A, Chouieb M, Khader M, Mederbal K, Bentayeb Z, Saidi D. 2009. Analyse des associations végétales de la plaine salée du Bas-Cheliff, Algérie. *Acta Biologica paranaense*, Curitiba, 38 (1-2) : 75-91.

Akaffou SEV, Mévanly O, Gouli Gnanazan ZR, Tiébré M-S, 2019. Dynamique de colonisation des zones rudérales d'un massif forestier urbain par les espèces végétales exotiques envahissantes : cas du Parc National du Banco (Côte d'Ivoire). *European Scientific Journal*, 15 (24): 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431.

Akodéwou A, Oszwald J, Akpavi S, Gazull L, Akpagana K, Gond V. 2019. Problématique des plantes envahissantes au sud du Togo (Afrique de l'Ouest) : apport de l'analyse systémique paysagère et de la télédétection. *Biotechnologie, Agronomie. Société et Environnement* 23(2), URL : <https://popups.uliege.be/443/1780-4507/index.php?id=17750>.

Akoue YC, Adaman S, Zon DA. 2017. Parc National Du Banco, Un Patrimoine Entre Destruction Et Conservation : Réalité Et Enjeux D'une Gestion Durable. *European Scientific Journal*, 13(2): 1857 – 7881.

APG IV. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161 :1-20.

Baret S, Strasberg D. 2005. The effects of opening trails on exotic plant invasion in Protected Areas on Reunion Island (Mascarene Archipelago, Indian Ocean). *Revue Écologie. (Terre Vie)* 60 : 325-332.

Bowen ME, Mc Alpine CA, Seabrook LM, House APN, Smith GC. 2009. The age and amount of regrowth forest in fragmented brigalow landscapes are both important for woodland dependent birds. *Biological Conservation*, 142 : 3051-3059.

Chatelain C, Gautier L, Spichiger R. 2001. Application du SIG ivoire à la distribution potentielle des espèces en fonction des facteurs

écologiques. *Systematics and Geography of Plants* 71: 313– 326.

Connell JH. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, 199(4335), 1302-1310.

Culat A, Celle J. 2015. Inventaire floristique, typologie et cartographie de la végétation du site des Arboras géré par le SMIRIL. Conservatoire botanique national du Massif central \ Syndicat mixte du Rhône, des îles et des lônes, 62p.

De Foresta H. 1995. Systèmes de culture, adventices envahissantes et fertilité du milieu : le cas de *Chromolaena odorata*. In : Pichot J, Sibelet N, Lacoëvilhe JJ (éds). Fertilité du milieu et stratégies paysannes sous les tropiques humides. Montpellier (FRA), Paris, CIRAD : 236-244.

De Koning J. 1983. La forêt du Banco. Thèse de Doctorat, Université de Wageningen, Pays-Bas, 1500 p.

Dortel F, Geslin J. 2016. Liste des plantes vasculaires invasives des Pays de la Loire. Liste 2015. DREAL Pays de la Loire. Brest : *Conservatoire botanique national de Brest*, 36 p., 3 annexes.

Dufrène M, Legendre P. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, 67: 345-366.

Dufrène M. 2004 The IndVal program version 2.0 <http://mrw.wallonie.be/dgrne/sibw/outils/home.html>. Consulté en Janvier 2018.

FAO. 2006. World reference base for soil resources. A framework for international classification, correlation and communication. World soil resources reports 103, 145 p.

Gautier L, Aké-Assi L, Chatelain C, Spichiger R. 1999. African Plants: Biodiversity Taxonomy and uses, chapter Ivory: a geographic information system for biodiversity management in Ivory Coast, *Royal Botanic Garden* : 183–194.

- Global Invasive Species Database. 2019.** Species profile: *Urochloa maxima*, <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=398>, (28/04/2019).
- Gouli Gnanazan ZR, Tiébré M-S. 2018.** Identification of Indicator plant species of the invade Ecosystems: case of *Chromolaena odorata* (L.) King & Robinson (Asteraceae) in the Banco National Park (Côte d'Ivoire). *Revue de L'environnement et de la Biodiversité- Pasres*, 3 (2) : 57 -71.
- Kouakou KA, Barima YSS, Kouakou ATM, Sangne YC, Bamba I, Kouamé NF. 2015.** Diversité végétale post-conflits armés de la Forêt Classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 26 (2): 4058-4071
- Kowarik I. 2011.** Novel urban ecosystems, biodiversity, and conservation. *Environmental Pollution*, 159 : 1974-1983.
- Lauginie F. 1996.** Propositions pour l'avenir des parcs nationaux et réserves naturelles de Côte d'Ivoire. DDC/MINAGRA/WWF, Abidjan, 86p.
- Lauginie F. 2007.** Conservation de la nature et aires protégées en Côte d'Ivoire, NEI / Hachette et Afrique Nature, Abidjan, xx + 668p.
- Lebrun JP, Stork AL. 1991-1997.** Énumération des plantes à Fleurs d'Afrique Tropicale. Conservatoire et Jardin Botaniques de la Ville de Genève, Genève (Suisse). Vol. 1 (249 pp.), vol. 2 (257 pp.), vol.3 (341 pp.) et vol. 4 (711 pp).
- Maxwell S, Fuller RA, Brooks TM, Watson JEM. 2016.** The ravages of guns, nets and bulldozers. *Nature*, 536 (7615): 143-145.
- Neto M- J, Otsubo H de CB, Scabora MH, Kátia L, Maltoni LM, Cassiolato A-MR. 2015.** A Floristic Survey, Origin and Mycorrhization of Ruderal Plants in Remaining Cerrado Areas Publishing Agreement. *Journal of Agriculture and Life science*, 2 (2): 2375-4214 (Print): 2375-4222 (Online).
- Neuba DFR, Malan DF, Koné M, Kouadio YL. 2014.** Inventaire préliminaire des plantes envahissantes de la Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 22(2): 3439-3445.
- N'Guessan AE. 2018.** Dynamique de la végétation et facteurs de reconstitution de la biomasse dans les forêts secondaires : cas de la forêt classée d'AGBO 1 (Sud-Est de la Côte d'Ivoire), Thèse de doctorat, Université Félix Houphouët- Boigny, Abidjan Côte d'Ivoire, 149p.
- Noba K, Bassene C, Ngom A, Gueye M, Camara AA, Kane M, Ndoye F, Dieng B, Rmballo R, Ba N, Bodian MY, Sane S, Diop D, Gueye M, Konta S, Kane A, Mbaye MS, Ba AT. 2017.** Invasive Plants of West Africa: Concepts, Overviews and Sustainable Management. *Adv Recycling Waste Manag* 2 121. DOI : 10.4172/2475-7675.1000121.
- Nyakabwa M. 1981.** Flore et végétations rudérales de la zone Makiso à Kisangani (Haut-Zaïre) étude floristique, phytosociologiques et écologique, DEA, Université de Kisangani République Démocratie du Congo, faculté des sciences, 216p.
- Ouattara M, Tiébré M-S, N'Guessan KE. 2017.** Etude de la végétation d'un canal artificiel de navigation soumis aux pressions anthropiques, la rivière Assinie, Côte d'Ivoire. *Afrique Science* 13 (5): 130-149.
- Peel MC, Finlayson BL, McMahon TA. 2007.** "Updated world map of the koppen- Geiger climate classification". *Hydrology and Earth System Sciences*, 11, (5):1633-1644.
- Pellerin S, Duquesne T, Omelczuk Walter C, Pasquet S. 2017.** La richesse floristique des friches du Parc national de Frontenac. *Le Naturaliste canadien*, 141(1) :15-23. Doi :10.7202/1037933ar.
- Perraud A. 1971.** Les sols. In : Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Mémoire ORSTOM, 50, Paris (France): 157-263.
- Piélou EC. 1966.** The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, 13: 131-144.
- Powell KI, Chase JM, Knight TM. 2011.** A synthesis of plant invasion effects on biodiversity across spatial scales. *American Journal of Botany*, 98 : 539-548
- Quere E, Geslin J. 2016.** Liste des plantes vasculaires invasives de Bretagne. DREAL Bretagne, Région Bretagne. *Conservatoire botanique national de Brest*, 27 p. + annexes 3.
- Rameau JC, Mansion D, Dume G. 1989.** Flore forestière française, guide écologique illustré, tome 1 : plaines et collines. Paris, Institut pour le développement forestier, 1785p.
- Robinson SL, Lundholm JT. 2012.** Ecosystem services provided by urban spontaneous vegetation. *Urban Ecosystem*, 15: 545-557.
- Sako N, Beltrand G. 2014.** « Dynamiques spatiales récentes du Parc National du Banco (PNB) et stratégie de gestion communautaire durable de ses ressources forestières (District d'Abidjan en Côte d'Ivoire) » *Echo Géo* [En ligne], 30 | 2014, mis en ligne le 17 septembre 2014, consulté le 04 Août 2018. URL: <http://echogeo.revues.org/13904>; DOI: 10.4000/echogeo.13904.
- Shannon CE. 1949.** A mathematical theory of communication. Correction, from the *Bell System Technical Journal*, 37: 10-21.
- Tiébré M-S, Saad L, Mahy G. 2008.** Landscape

dynamics and habitat selection by alien invasive *Fallopia* (Polygonaceae) in Belgium. *Biodiversity Conservation* 17(10) :2357-2370.

Tiébré MS, Gouli Gnanazan ZR. 2018. Impact of *Chromolaena odorata* (L.) R.M. King & H. Rob. (Asteraceae) on the floristic composition and the physico-chemical properties of the soil of a coastal relict forest. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 24 (2): 773-788.

Uchida T, Xue JH, Hayasaka D, Arase T, Haller TW, Gettys LA. 2014. The relation between road crack vegetation and plant biodiversity in urban landscape. *International Journal of Geomate* 6 (2): 885-891.

Uchida K, Hiraiwa MK, Ushima A. 2016. Plant and herbivorous insect diversity loss are greater than null model expectations due to land-use changes in agro-ecosystems. *Biological Conservation*, 201 : 270-276.

UICN/ PACO. 2013. Plantes invasives affectant les aires protégées de l'Afrique de l'Ouest : gestion

pour la réduction des risques pour la biodiversité. UICN/PACO: Ouagadougou, Burkina- Fasso, 52p.

Vahrameev P, Nobilliaux S. 2013. Liste des espèces végétales invasives de la région Centre, version 3. Conservatoire botanique national du Bassin parisien, délégation Centre, 41p.

Van Der Maarel E. 1979. Transformation of cover-abundance value in Phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetation* 39 (2) : 97-114.

Vidal E. 1998. Organisation des phytocénoses en milieu insulaire méditerranéen perturbés. Analyse des inters relations entre les colonies de Goéland Leucophaea et la végétation des îles de Marseille. Thèse doctorat en Biologie des populations et écosystèmes, Aix-Marseille III, 243p.

Vilà M, Espinar JL, Hejda M, Hulme PE, Jarosik V, Maron JL, Pergl J, Schaffner U, Sun Y, Pyšek P. 2011. Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. *Ecology Letters*, 14: 702-708.

Annexe 1 : Liste générale des espèces végétales des zones rudérales du Parc national du Banco.

Espèces	Familles	Types biologiques	Phytochorie	UICN (2018)	AA (1998)	H G
<i>Acacia mangium</i> Willd.	Fabaceae	mesop	Intro			
<i>Acacia pentagona</i> (Schumach. & Tonn.) Hook.f.	Fabaceae	mesop	PanT			
<i>Acridocarpus longifolius</i> (G. Don) Hook.f.	Malpighiaceae	microp	GC			HG
<i>Acroceras amplexans</i> Stapf	Poaceae	nanop	GC-SZ			
<i>Acroceras gabunense</i> (Hack.) Clayton	Poaceae	Chaméph	GC			
<i>Acroceras zizanoides</i> (Kunth) Dandy	Poaceae	Chaméph	GC-SZ			
<i>Adenia cissampeloides</i> (Planch. & Hook.) Harms	Passifloraceae	mesop	GC			
<i>Adenia gracilis</i> Harms	Passifloraceae	mesop	GC			
<i>Adenia lobata</i> (Jacq.) Engl.	Passifloraceae	mesop	GC			
<i>Adenia mannii</i> (Mast.) Engl.	Passifloraceae	nanop	GC			
<i>Aframomum sceptrum</i> (Oliv. & Hanb.) K. Schum.	Zingiberaceae	Geoph	GC-SZ			
<i>Afrobrunnichia erecta</i> (Asch.) Hutch. & Dalziel	Polygonaceae	microp	GC			
<i>Afzella bella</i> Harms var. <i>gracillor</i> Keay	Fabaceae	mesop	GCW			
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Compositae	théroph	PanT			
<i>Albertisia cordifolia</i> (Mangenot & Miège) Forman	Menispermaceae	nanop	GCi			HG
<i>Albizia adianthifolia</i> (Schum.) W. F. Wright	Fabaceae	mesop	GC			
<i>Albizia zygia</i> (DC.) J. F. Macbr.	Fabaceae	mesop	GC-SZ			
<i>Alchornea cordifolia</i> (Schum. & Thonn.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae	mesop	GC-SZ			
<i>Alstonia congenis</i> Engl.	Apocynaceae	microp	GC			
<i>Alternanthera brasiliensis</i> (L.) Kuntze	Amaranthaceae	Chaméph	PanT			
<i>Alternanthera sessilis</i> (Linn.) DC.	Amaranthaceae	Chaméph	GC-SZ			
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Amaranthaceae	théroph	GC-SZ			
<i>Amaranthus viridis</i> Linn.	Amaranthaceae	théroph	GC-SZ			
<i>Ananas comosus</i> L.	Bromeliaceae	Hemicrip	Intro			
<i>Androsiphonia adenostegia</i> Stapf	Passifloraceae	microp	GCW			HG
<i>Aneilema beniniense</i> (P. Beauv.) Kunth	Commelinaceae	Chaméph	GC			
<i>Angylocalyx oligophyllus</i> (Bak.) Bak.	Fabaceae	nanop	GC			
<i>Anthocleista djalensis</i> A. Chev.	Gentianaceae	mesop	AT			
<i>Anthothona macrophylla</i> Pal. Beauv.	Fabaceae	microp	GC			
<i>Antiaris toxicaria</i> Lesch. var. <i>africana</i> Engl.	Moraceae	mesop	GC			
<i>Antidesma membranaceum</i> Müll. Arg.	Phyllanthaceae	microp	GC-SZ			
<i>Aporrhiza urophylla</i> Gilg	Sapindaceae	microp	GC			
<i>Asystasia gangetica</i> (L.) T. Anders.	Acanthaceae	nanop	Aam			
<i>Baissea zygodioides</i> (K. Schum.) Stapf	Apocynaceae	mesop	GC			HG
<i>Bambus vulgaris</i> Schrad. ex Mendel	Poaceae	Hemicrip	PanT			
<i>Baphia bancoensis</i> Aubrév.	Fabaceae	microp	GCi			
<i>Baphia nitida</i> Lodd.	Fabaceae	microp	GC			
<i>Baphia pubescens</i> Hook.f.	Fabaceae	microp	GC			
<i>Berlinia confusa</i> Hoyle	Fabaceae	mesop	GC			
<i>Berlinia grandiflora</i> (Vahl) Hutch. & Dalz. var. <i>grandiflora</i>	Fabaceae	mesop	GC-SZ			
<i>Bertiera bracteolata</i> Hiern	Rubiaceae	microp	GC			
<i>Bertiera breviflora</i> Hiern	Rubiaceae	nanop	GC			
<i>Blighia sapida</i> Koenig	Sapindaceae	mesop	GC-SZ			
<i>Blighia unijugata</i> Bak.	Sapindaceae	mesop	GC			
<i>Blighia welwitschii</i> (Hiern) Radlk.	Sapindaceae	mesop	GC			
<i>Breynia disticha</i> J. R. & G. Forst	Phyllanthaceae	nanop	paléoT			
<i>Bridelia micrantha</i> (Hochst.) Baill.	Euphorbiaceae	microp	GC			
<i>Buxus acutata</i> Friis	Buxaceae	nanop	GC		RDR/VE	
<i>Byrsocarpus coccineus</i> Thonn. ex Schumach.	Connaraceae	microp	GC			
<i>Caloncoba echinata</i> (Oliv.) Gilg	Flacourtiaceae	microp	GCW			
<i>Calpocalyx brevibracteatus</i> Harms	Fabaceae	mesop	GC			HG
<i>Calycobolus africanus</i> (G. Don) Heine	Convolvulaceae	mesop	GC			
<i>Calycobolus heudelotii</i> (Bak. ex Oliv.) Heine	Convolvulaceae	mesop	GC			
<i>Canna indica</i> L.	Cannaceae	Hemicrip	Aam			
<i>Carapa procera</i> DC. De Wilde	Meliaceae	microp	GC-SZ			
<i>Cardiospermum grandiflorum</i> Sw.	Sapindaceae	nanop	GC			
<i>Carica papaya</i> L.	Caricaceae	microp	GC			
<i>Carpolobia lutea</i> G. Don	Polygalaceae	nanop	GC			
<i>Cassia siamea</i> Lam.	Fabaceae	microp	Intro			
<i>Cathormion altissimum</i> (Hook.f.) Hutch. & Dandy A	Fabaceae	microp	GC			
<i>Cecropia peltata</i> L.	Urticaceae	microp	paléoT			
<i>Cedrela toona</i> Rox. ex Wild	Meliaceae	microp	Intro			
<i>Celosia leptostachya</i> Benth.	Amaranthaceae	théroph	GC			
<i>Centotheca lappacea</i> (Linn.) Desv.	Poaceae	théroph	GC			
<i>Centrosema pubescens</i> Benth.	Fabaceae	Chaméph	Aam			
<i>Cercestis afzelii</i> Schott	Araceae	microp	GC			
<i>Chassalia afzelii</i> (Hiern) K. Schum.	Rubiaceae	microp	GCW			
<i>Chassalia corallifera</i> (A. Chev. ex De Wild.) Hepper	Rubiaceae	nanop	GCW			HG
<i>Chassalia kolly</i> (Schumach.) Hepper	Rubiaceae	nanop	GCW			
<i>Chidlowia sanguinea</i> Hoyle	Fabaceae	théroph	GC			
<i>Chlorophytum macrophyllum</i> (A. Rich.) Asch.	Asparagaceae	Hemicrip	GC-SZ			
<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R. King & H. Robinson	Compositae	nanop	PanT			
<i>Chrysophyllum albidum</i> G. Don	Sapotaceae	microp	GC-SZ			
<i>Chytranthus carneus</i> Radlk.	Sapindaceae	microp	GC			
<i>Chytranthus setosus</i> Radlk.	Sapindaceae	nanop	GC			
<i>Cissus aralioides</i> (Welw. ex Bak.) Planch.	Vitaceae	mesop	GC-SZ			
<i>Citrus limon</i> (L.) Burm. f.	Rutaceae	mesop	Intro			

Annexe 1 : Liste générale des espèces végétales des zones rudérales du Parc national du Banco. (suite)

Espèces	Familles	Types biologiques	Phytochorie	UICN (2018)	AA (1998)	H G
<i>Clerodendrum capitatum</i> (Willd.) Schum. & Thonn.	Lamiaceae	nanop	GC-SZ			
<i>Clerodendrum silvanum</i> Henriq. var. <i>buchholzii</i> (Gürke) Verdc.	Lamiaceae	nanop	GC			
<i>Clerodendrum splendens</i> G. Don	Lamiaceae	microp	GC			
<i>Clerodendrum volubile</i> P. Beauv.	Lamiaceae	nanop	GC-SZ			
<i>Coccinia keayana</i> R. Fern.	Cucurbitaceae	microp	GCW			
<i>Coelocaryon oxycarpum</i> Stapf.	Myristicaceae	microp	GCW			HG
<i>Cola caricaefolia</i> (G. Don) K. Schum.	Malvaceae	microp	GCW			HG
<i>Cola cordifolia</i> (Cav.) R.Br.	Malvaceae	mesop	GC-SZ			HG
<i>Cola heterophylla</i> (P. Beauv.) Schott et Endl.	Malvaceae	microp	GC		RDR/VE	
<i>Cola millenii</i> K. Schum.	Malvaceae	microp	GC		RDR/VE	
<i>Cola nitida</i> (Vent.) Schott & Endl.	Malvaceae	mesop	GCW			
<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	Araceae	Hemicrip	GC			
<i>Combretum comosum</i> G. Don	Combretaceae	mesop	GCW			
<i>Combretum grandiflorum</i> G. Don	Combretaceae	mesop	GCW			
<i>Commelina thomasi</i> Hutch.	Commelinaceae	nanop	GC			
<i>Copaifera salikounda</i> Heckel	Fabaceae	mesop	GCW	VU		HG
<i>Costus afer</i> Ker-Gawl.	Costaceae	Geoph	GC-SZ			
<i>Costus dubius</i> (Afzel.) K. Schum.	Costaceae	Geoph	GC-SZ			
<i>Croton hirtus</i> L'Hérit.	Euphorbiaceae	nanop	Aam			
<i>Cyathula prostrata</i> (L.) Blume	Amaranthaceae	nanop	PanT			
<i>Cyperus laxus</i> Lam. subsp. <i>buchholzii</i> (Boeck.) Lye	Cyperaceae	Hemicrip	GC			
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae	Geoph	GC-SZ			
<i>Cyperus sphacelatus</i> Rottb.	Cyperaceae	Hemicrip	GC-SZ			
<i>Dacryodes klaineana</i> (Pierre) H.J. Lam.	Burseraceae	mesop	GC			
<i>Dalbergia oblongifolia</i> G. Don	Fabaceae	microp	GCW			
<i>Decorsella paradoxa</i> A. Chev.	Violaceae	microp	GCW			
<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC. var. <i>adscendens</i>	Fabaceae	Chaméph	GC			
<i>Desmodium triflorum</i> (Linn.) DC.	Fabaceae	Chaméph	GC			
<i>Desplatsia chrysoclamys</i> (Mildbr. & Burret) Mildbr. & Burret	Malvaceae	mesop	GC			
<i>Dialium dinklagei</i> Harms	Fabaceae	microp	GC			
<i>Dichapetalum angolense</i> Chodat	Dichapetalaceae	microp	GC			
<i>Dieffenbachia picta</i> Schott	Araceae	nanop	PanT			
<i>Diodia rubricosa</i> Hiern	Rubiaceae	Chaméph	GC			
<i>Diodia sarmentosa</i> Sw.	Rubiaceae	nanop	GC-SZ			
<i>Dioscorea minutiflora</i> Engl.	Dioscoreaceae	Geoph	GC			
<i>Dioscorea smilacifolia</i> De Wild.	Dioscoreaceae	Geoph	PanT			
<i>Diospyros cooperi</i> (Hutch. & Dalz.) F. White	Ebenaceae	microp	GCW			HG
<i>Diospyros sanza-minika</i> A. Chev.	Ebenaceae	mesop	GC			
<i>Diospyros soubreana</i> White	Ebenaceae	nanop	GC			
<i>Discoglypema caloneura</i> (Pax) Prain	Euphorbiaceae	mesop	GC			
<i>Drypetes gilgiana</i> (Pax) Pax & Hoffm.	Putranjivaceae	microp	GC			
<i>Echinochloa colona</i> (Linn.) Link.	Poaceae	théroph	GC-SZ			
<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	Arecaceae	mesop	PanT			
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Poaceae	Hemicrip	PanT			
<i>Elytraria maritima</i> J. K.Morton	Acanthaceae	Chaméph	GC			HG
<i>Emilia coccinea</i> (Sims) G. Don	Compositae	théroph	GC			
<i>Eragrostis tenella</i> (Linn.) Roem. & Schult. var. <i>tenella</i>	Poaceae	théroph	GC-SZ			
<i>Eryngium foetidum</i> L.	Apiaceae	Hemicrip	GC			
<i>Erythrococca anomala</i> (Juss. ex Poir.) Prain	Euphorbiaceae	nanop	GC			
<i>Euadenia trifoliolata</i> (Schumach. & Thonn.) Oliv.	Capparaceae	microp	GC			
<i>Eugenia gabonensis</i> Amsh.	Myrtaceae	nanop	GC			
<i>Eugenia malaccensis</i> Linn.	Myrtaceae	microp	Intro			
<i>Euphorbia glaucophylla</i> Poir.	Euphorbiaceae	Chaméph	GC			
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Euphorbiaceae	théroph	paléoT			
<i>Euphorbia hirta</i> Linn.	Euphorbiaceae	Chaméph	GC			
<i>Ficus exasperata</i> Vahl	Moraceae	microp	GC-SZ			
<i>Ficus sur</i> Forssk.	Moraceae	microp	GC-SZ			
<i>Ficus vogeliana</i> (Miq.) Miq.	Moraceae	microp	GC			
<i>Fleurya aestuans</i> (Linn.) Gaudich.	Urticaceae	théroph	GC			
<i>Funtumia africana</i> (Benth.) Stapf	Apocynaceae	mesop	GC			
<i>Funtumia elastica</i> (P. Preuss) Stapf	Apocynaceae	mesop	GC			
<i>Gmelina arborea</i> Roxb.	Lamiaceae	microp	Intro			
<i>Griffonia simplicifolia</i> (Vahl ex DC.) Baill.	Fabaceae	mesop	GC			
<i>Hannoa klaineana</i> Pierre et Engl.	Simaroubaceae	mesop	GC			
<i>Heterotis rotundifolia</i> (Smith) Jac.-Fél.	Melastomataceae	Chaméph	GC			
<i>Hopea odorata</i> Roxb.	Dipterocarpaceae	mesop	paléoT			
<i>Icacina mannii</i> Oliv.	Icacinaceae	microp	GC			
<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam	Convolvulaceae	microp	PanT			
<i>Ipomoea involucrata</i> P. Beauv.	Convolvulaceae	théroph	GC-SZ			
<i>Ipomoea mauritiana</i> Jacq.	Convolvulaceae	mesop	PanT			
<i>Ipomoea triloba</i> L.	Convolvulaceae	théroph	PanT			
<i>Justicia insularis</i> T. Anders.	Acanthaceae	nanop	GC-SZ			
<i>Khaya ivorensis</i> A. Chev.	Meliaceae	mesop	GC	VU		
<i>Kyllinga erecta</i> Schumach. var. <i>erecta</i>	Cyperaceae	Geoph	GC-SZ			
<i>Kyllinga pumula</i> Michx.	Cyperaceae	Hemicrip	GC-SZ			
<i>Lagenaria guineensis</i> (G. Don.) Jeffrey	Cucurbitaceae	mesop	GCW			
<i>Lannea nigritana</i> (Sc. Elliot) Keay var. <i>nigritana</i>	Anacardiaceae	microp	GC-SZ		RDR/VE	
<i>Lantana camara</i> L. var. <i>camara</i>	Verbenaceae	nanop	Aam			

Annexe 1 : Liste générale des espèces végétales des zones rudérales du Parc national du Banco. (suite)

Espèces	Familles	Types biologiques	Phytochorie	UICN (2018)	AA (1998)	H G
<i>Laportea aestuans</i> (L.) Chew	Urticaceae	théroph	GC			
<i>Lastreopsis subsimilis</i> (Hook.) Tindale	Dryopteridaceae	Geoph	GC			
<i>Lecaniodiscus cupanioides</i> Planch.	Sapindaceae	microp	GC			
<i>Leea guineensis</i> G. Don	Vitaceae	microp	GC-SZ			
<i>Leptaulus daphnoides</i> Benth.	Cardiopteridaceae	mesop	GC			
<i>Leptoderris miegei</i> Aké Assi & Mangenot	Fabaceae	microp	GCI			
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) De Wilt	Fabaceae	microp	Intro			
<i>Lomariopsis guineensis</i> (Underw.) Alston	Lomariopsidaceae	Geoph	GC			
<i>Macaranga barteri</i> Müll. Arg.	Euphorbiaceae	microp	GC			
<i>Macaranga beillei</i> Prain	Euphorbiaceae	microp	GCI	VU		
<i>Macaranga heterophylla</i> Müll. Arg.	Euphorbiaceae	microp	GC			HG
<i>Maesobotrya barteri</i> var. <i>sparsiflora</i> (Sc. Elliot) Keay	Phyllanthaceae	microp	GCW			
<i>Mallotus oppositifolius</i> (Geisel.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae	microp	GC-SZ			
<i>Mangifera indica</i> Linn.	Anacardiaceae	mesop	Intro			
<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Euphorbiaceae	microp	Intro			
<i>Maranthes glabra</i> (Oliv.) France	Chrysobalanaceae	mesop	GC			
<i>Mariscus cylindristachyus</i> Steud.	Cyperaceae	Hemicrip	GC-SZ			
<i>Mariscus flabelliformis</i> Kunth var. <i>aximensis</i> (C. B. Clarke) S. S. Hooper	Cyperaceae	Hemicrip	GC-SZ			
<i>Microdemis keyana</i> Léonard	Pandaceae	mesop	GC			
<i>Mikania cordata</i> (Brum. f.) B. L. Robinson	Compositae	mesop	GC			
<i>Milicia excelsa</i> (Welw.) Berg	Moraceae	mesop	GC-SZ		RDR/VE	
<i>Milicia regia</i> (A. Chev.) Berg	Moraceae	mesop	GCW	VU	RDR/VE	HG
<i>Milletia lanne-poelei</i> Dunn	Fabaceae	microp	GCW			
<i>Milletia zechiana</i> Harms	Fabaceae	microp	GC			
<i>Mimosa invisa</i> Mart. Ex Colla	Fabaceae	nanop	PanT			
<i>Momordica charantia</i> L.	Cucurbitaceae	théroph	GC			
<i>Monodora myristica</i> (Gaerth.) Dunal	Annonaceae	mesop	GC			
<i>Monodora tenuifolia</i> Benth.	Annonaceae	microp	GC			
<i>Musa paradisiaca</i> Linn.	Musaceae	Geoph	Intro			
<i>Musa sapientum</i> Linn.	Musaceae	Geoph	Intro			
<i>Musanga cecropioides</i> R. Br.	Urticaceae	mesop	GC-SZ			
<i>Mussaenda chippii</i> Wernham	Rubiaceae	microp	GCW			HG
<i>Mussaenda tristigmatica</i> H. A. Cummins	Rubiaceae	microp	GCW			
<i>Myrianthus libericus</i> Rendle	Moraceae	microp	GCW			
<i>Napoleonaea vogelii</i> Hook. & Planch.	Lecythidaceae	microp	GC			
<i>Nauclea latifolia</i> Sm.	Rubiaceae	microp	GC-SZ			
<i>Nephrolepis biserata</i> (Sw.) Schott	Nephrolepidaceae	Hemicrip	PanT			
<i>Neuropeltis prevosteioides</i> Mangenot	Convolvulaceae	mesop	GCW			
<i>Newbouldia laevis</i> (P. Beauv.) seem. ex Bureau	Bignoniaceae	microp	GC			
<i>Ocimum americanum</i> L. var. <i>americanum</i>	Lamiaceae	nanop	GC-SZ			
<i>Octoknema borealis</i> Hutch. & Dalz.	Olacaceae	microp	GCW		RDR/VE	HG
<i>Okoubaka aubrevillei</i> Pellegr. & Normand var. <i>aubrevillei</i>	Santalaceae	mesop	GCW		RDR/VE	
<i>Oldenlandia affinis</i> (Roem. & Schult.) DC.	Rubiaceae	théroph	GC			
<i>Oldenlandia chevalieri</i> Bremek.	Rubiaceae	nanop	GCW			
<i>Oplismenus burmanii</i> (Retz.) P. Beauv.	Poaceae	Chaméph	PanT			
<i>Oplismenus hirtellus</i> (L.) P. Beauv.	Poaceae	Chaméph	PanT			
<i>Ouratea affinis</i> (Hook.f.) Engl.	Ochnaceae	nanop	GC			
<i>Ouratea reticulata</i> (P. Beauv.) Engl. var. <i>reticulata</i>	Ochnaceae	nanop	GC			
<i>Oxyanthus subpunctatus</i> (Hiern) Keay	Rubiaceae	nanop	GC			
<i>Palisota hirsuta</i> (Thun.) Schum ex Engl.	Commelinaceae	Geoph	GC			
<i>Panicum brevifolium</i> Linn.	Poaceae	Geoph	paléoT			
<i>Panicum laxum</i> Sw.	Poaceae	Hemicrip	Aam			
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	Poaceae	Hemicrip	PanT			
<i>Panicum parvifolium</i> Lam.	Poaceae	Chaméph	GC-SZ			
<i>Panicum repens</i> Linn.	Poaceae	Geoph	GC-SZ			
<i>Panicum subalbidum</i> Kunth	Poaceae	théroph	GC-SZ			
<i>Pararistolochia macrocarpa</i> (Dulch.) Poncy	Aristolochiaceae	microp	GC			
<i>Paspalum scrobiculatum</i> L. var. <i>scrobiculatum</i>	Poaceae	Hemicrip	GC-SZ			
<i>Pavetta corymbosa</i> (DC.) F. N. Williams var. <i>corymbosa</i>	Rubiaceae	microp	GC-SZ			
<i>Pavetta ixorifolia</i> Bremek.	Rubiaceae	nanop	GC			
<i>Penianthus patulinervis</i> Hutch. & Dalz.	Menispermaceae	nanop	GC			
<i>Pentaclethra macrophylla</i> Benth.	Fabaceae	microp	GC			
<i>Pergularia daemia</i> (Forsk.) Chiov.	Apocynaceae	microp	GC			
<i>Persea americana</i> L.	Lauraceae	microp	Intro			
<i>Phaulopsis barteri</i> (T. Anders.) Lindau	Acanthaceae	nanop	GC-SZ			
<i>Phaulopsis ciliata</i> (Willd.) Hepper	Acanthaceae	nanop	GC-SZ			
<i>Phyllanthus amarus</i> Schum. & Thonn.	Phyllanthaceae	nanop	PanT			
<i>Phyllanthus muellerianus</i> (O. Ktze.) Exell	Phyllanthaceae	mesop	GC			
<i>Piper guineense</i> Schum. & Thonn.	Piperaceae	mesop	GC			
<i>Platostoma africanum</i> P. Beauv.	Lamiaceae	théroph	GC			
<i>Pleiocarpa mutica</i> Benth.	Apocynaceae	microp	GC			
<i>Polalthia oliveri</i> Engl.	Annonaceae	microp	GC			
<i>Porophyllum rudérale</i> (Jacq.) Cass	Compositae	nanop	GC-SZ			
<i>Pseudospondias microcarpa</i> (A. Rich.) Engl.	Anacardiaceae	microp	GC-SZ			
<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	microp	Intro			
<i>Psychotria brachyantha</i> Hiern	Rubiaceae	nanop	GC			
<i>Psychotria calceata</i> E. M. A. Petit	Rubiaceae	nanop	GC			

Annexe 1 : Liste générale des espèces végétales des zones rudérales du Parc national du Banco. (suite et fin)

Espèces	Familles	Types biologiques	Phytochorie	UICN (2018)	AA (1998)	H G
<i>Psychotria vogeliana</i> Benth.	Rubiaceae	nanop	GC-SZ			
<i>Psydrax subcordata</i> (DC.) Bridson	Rubiaceae	microp	GC			
<i>Pteridium aquilinum</i> (Linn.) Kuhn	Dennstaedtiaceae	Geoph	GC			
<i>Pteris burtoni</i> Bak.	Pteridaceae	Hemicrip	GC			
<i>Ptychopetalum anceps</i> Oliv.	Olacaceae	nanop	GC			
<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth.	Fabaceae	mesop	Aam			
<i>Pycnanthus angolensis</i> (Welw.) Warb.	Myristicaceae	mesop	GC			
<i>Rauvolfia mannii</i> Stapf	Apocynaceae	nanop	GC			
<i>Rauvolfia vomitoria</i> Afzel.	Apocynaceae	microp	GC-SZ			
<i>Rhaphiostylis cordifolia</i> Hutch. & Dalz.	Ilacinaeae	microp	GCW			
<i>Rhynchosia mannii</i> Baker	Fabaceae	microp	GC			
<i>Rhytachne triaristata</i> (Steud.) Stapf	Poaceae	théroph	GC-SZ			
<i>Rinorea angustifolia</i> var <i>ardisiiflora</i>	Violaceae	nanop	GC			
<i>Rinorea brachypetala</i> (Turez.) O. Ktze.	Violaceae	nanop	GCW			
<i>Rinorea subintegrifolia</i> (P. Beauv.) O. Ktze.	Violaceae	nanop	GCW			
<i>Rothmannia hispida</i> (K. Schum.) Fagerl.	Rubiaceae	microp	GC			
<i>Sabicea cordata</i> Hutch. & Dalziel	Rubiaceae	nanop	GCW			
<i>Sabicea discolor</i> Stapf	Rubiaceae	microp	GCW			HG
<i>Salacia columnna</i> var. <i>akeassii</i> N. Hall	Celastraceae	microp	GCI			
<i>Salacia erecta</i> (G. Don) Walp.	Celastraceae	mesop	GC			
<i>Salacia nitida</i> (Benth.) N. E. Br.	Celastraceae	mesop	GC			
<i>Salacia nitida</i> (Benth.) N.E.Br.	Celastraceae	microp	GC			
<i>Sarcophrynium brachystachyum</i> (Benth.) K. Schum.	Marantaceae	nanop	GC			
<i>Scleria boivinii</i> Steud.	Cyperaceae	Geoph	GC			
<i>Setaria chevalieri</i> Stapf	Poaceae	Hemicrip	GC			
<i>Sida acuta</i> Brum. f. subsp. <i>acuta</i>	Malvaceae	nanop	PanT			
<i>Sida garckeana</i>	Malvaceae	nanop	GC			
<i>Solanum erianthum</i> D. Don	Solanaceae	microp	PanT			
<i>Solanum lycopersicum</i> L. var. <i>cerasiforme</i> (Dunal) Voss	Solanaceae	théroph	GC			
<i>Solanum nigrum</i> L.	Solanaceae	nanop	GC-SZ			
<i>Solanum rugosum</i> Dunal	Solanaceae	nanop	PanT			
<i>Solanum torvum</i> Sw.	Solanaceae	nanop	PanT			
<i>Solenostemon monostachyus</i> (P. Beauv.) Briq.	Lamiaceae	théroph	AT			
<i>Sphenocentrum jollyanum</i> Pierre	Menispermaceae	nanop	GC			
<i>Sporobolus pyramidalis</i> P. Beauv.	Poaceae	Hemicrip	GC-SZ			
<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (L.C. Rich.) Vahl	Verbenaceae	nanop	GC			HG
<i>Stenotaphrum secundatum</i> (Walter) Kuntze	Poaceae	théroph	PanT			
<i>Sterculia tragacantha</i> Lindl.	Malvaceae	microp	GC-SZ			
<i>Streptogyna crinita</i> P. Beauv.	Poaceae	Geoph	paléoT			
<i>Strombosia pustulata</i> Oliv. var. <i>pustulata</i>	Olacaceae	microp	GC			
<i>Synedrella nodiflora</i> Gaertn.	Compositae	théroph	PanT			HG
<i>Syngonium podophyllum</i> Schott	Araceae	théroph	PanT			
<i>Talinum triangulare</i> (Jacq.) Willd.	Talinaceae	nanop	GC			
<i>Telosma africanum</i> (N. E. Br.) Colville	Apocynaceae	mesop	GC			
<i>Tetrapleura tetraptera</i> (Schum. & Thonn.) Taub. A	Fabaceae	microp	GC			
<i>Tetrochidium didymostemon</i> (Baill.) Pax & K. Hoffm.	Euphorbiaceae	microp	GC			
<i>Thaumatococcus daniellii</i> (Bennet) Benth.	Marantaceae	Geoph	GC			
<i>Thunbergia grandiflora</i> (Roxb. ex Rottl) Roxb.	Acanthaceae	microp	Intro			
<i>Tiliacora dinklagei</i> Engl.	Menispermaceae	mesop	GCW			
<i>Tithonia diversifolia</i> A. Gray	Compositae	nanop	PanT			
<i>Torenia thouarsii</i> (Cham. & Schltdl.) Kuntze	Linderniaceae	Chaméph	GC-SZ			
<i>Tricalysia discolor</i> Brenan	Rubiaceae	microp	GCW			
<i>Tricalysia macrophylla</i> K. Schum	Rubiaceae	microp	GC			
<i>Trichilia monadelpha</i> (Thonn.) De Wilde	Meliaceae	mesop	GC			
<i>Trichilia prieureana</i> A. Juss. subsp. <i>prieureana</i>	Meliaceae	mesop	GC			
<i>Triumfetta rhomboidea</i> Jacq.	Malvaceae	nanop	PanT			
<i>Turnera ulmifolia</i> L.	Passifloraceae	théroph	PanT			
<i>Turraeanthus africanus</i> (Welw. Ex C.DC.) Pellegr.	Meliaceae	microp	GC	VU		
<i>Uaria picta</i> (Jacq.) DC.	Fabaceae	nanop	GC-SZ			
<i>Urera oblongifolia</i> Benth.	Urticaceae	mesop	GCW			
<i>Urera repens</i> (Wedd.) Rendle	Urticaceae	microp	GC			
<i>Vismia guineensis</i> (L.) Choisy	Hypericaceae	microp	GC			
<i>Vitex grandifolia</i> Gürke	Lamiaceae	nanop	GC			
<i>Xanthosoma mafaffa</i> Schott	Araceae	Hemicrip	Intro			
<i>Xylopia acutiflora</i> (Dunal) A. Rich.	Annonaceae	microp	GC			
<i>Xylopia parviflora</i> (A. Rich.) Benth.	Annonaceae	microp	GC-SZ			
<i>Xylopia villosa</i> Chipp	Annonaceae	microp	GC			HG
<i>Zea mays</i> Linn.	Poaceae	théroph	GC-SZ			
<i>Zehneria hallii</i> Jeffrey	Cucurbitaceae	nanop	GC-SZ			
<i>Zingiber officinale</i> Rosc.	Zingiberaceae	Geoph	Intro			

Types biologiques : (mesop = mésophanérophites ; microp = microphanérophites ; nanop = nanophanérophites ; Chaméph = chaméphytes ; Géop = géophytes ; Hemicrip = hémicryptophytes ; Theroph = thérophytes) ;

Phytochories : PaléoT : paléotropicales ; PanT : Pantropicales ; Aam : Afro-Américaines ; GC : Guinée-Congolaises ; GCW : Guinée-Congolaises endémiques ouest-africaines ; GCI : Guinée-Congolaises endémiques de Côte d'Ivoire ; SZ : Soudano-Zambésiennes ; GC-SZ : transition Guinée-Congolaises et Soudano-Zambésiennes ; Intro : introduite ;

HG : Haute Guinée : (espèces endémiques des forêts de la Haute Guinée).

Liste Rouge de l'UICN (2018) et d'Aké-Assi (1998) : U : Espèce vulnérable ; RDR/VE = plantes rares, devenues rares et en voie d'extinction ou ne se rencontrant qu'exceptionnellement selon Aké-Assi (1998).

AA : Aké-Assi

Annexe 2 : Liste, forme de vie, origine et statut des plantes invasives avérées et potentielles du Parc national su Banco

Espèces	Familles	Forme de vie	Origine	Statut
<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R. M. King & H. Rox.	Compositae	arbuste	Amérique centrale	Avérée invasive
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Compositae	herbe	Amérique centrale	Invasive potentielle
<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze	Amaranthaceae	herbe	Brésil	Invasive potentielle
<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad. ex J. C. Wendel.	Poaceae	herbe	Indochine	Invasive potentielle
<i>Breynia disticha</i> J. R. & G. Forst	Euphorbiaceae	arbuste	Iles du pacifique	Invasive potentielle
<i>Cecropia peltata</i> L.	Cecropiaceae	arbre	Amérique tropicale	Invasive potentielle
<i>Croton hirtus</i> L'Hérit.	Euphorbiaceae	herbe	Amérique tropicale	Invasive potentielle
<i>Dieffenbachia picta</i> Schott	Araceae	herbe	Amérique centrale	Invasive potentielle
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Euphorbiaceae	herbe	Amérique centrale	Invasive potentielle
<i>Hopea odorata</i> Rox.	Dipterocarpaceae	arbre	Asie du Sud-Est	Invasive potentielle
<i>Lantana camara</i> L.	Verbenaceae	arbuste	Antilles	Invasive potentielle
<i>Mimosa invisa</i> Martius ex Colla.	Fabaceae	liane	Amérique du sud	Invasive potentielle
<i>Pueraria phaseoloides</i> (Rox.) Benth.	Fabaceae	liane	Extrême orient	Invasive potentielle
<i>Solanum erianthum</i> D. Don	Solanaceae	arbuste	Amérique centrale	Invasive potentielle
<i>Solanum rugosum</i> Dun.	Solanaceae	arbuste	Amérique du Sud	Invasive potentielle
<i>Stenotaphrum secundatum</i> (Walter) Kuntze	Poaceae	herbe	Europe	Invasive potentielle
<i>Syngonium podophyllum</i> Schott	Araceae	herbe	Amérique centrale	Invasive potentielle
<i>Tithonia diversifolia</i> A. Gray	Compositae	arbuste	Amérique centrale	Invasive potentielle
<i>Turnera ulmifolia</i> L.	Passifloraceae	liane	Amérique centrale	Invasive potentielle

STRATÉGIES DE CONSERVATION ET STRUCTURE DES PEUPELEMENTS DE *Detarium microcarpum* Guill. & Perr. DANS LES FORÊTS PROTÉGÉES NON AMENAGÉES DE LA PROVINCE DU ZIRO (BURKINA FASO)

DIPAMA AK^{1*}, SAVADOGO S², ZONGO B³, DJOMO AN⁴, BOUSSIM JI⁵

RÉSUMÉ

Au Burkina Faso, *Detarium microcarpum* est une espèce pourvoyeuse de Produits Forestiers Non Ligneux qui présente une grande importance socio-économique. La forte exploitation de l'espèce fait qu'elle est menacée de disparition dans certaines localités du pays. La présente étude a pour objectifs de répertorier les différents modes de gestion et les stratégies de conservations locales, d'identifier les espèces associées à *D. microcarpum* dans les peuplements et de décrire les structures des peuplements de cette espèce. Pour atteindre ces objectifs nous avons procédé à des enquêtes ethnobotaniques dans toute la province du Ziro et à un inventaire forestier dans les forêts protégées non aménagées des communes de Sapouy et de Gao. Les résultats des enquêtes ethnobotaniques montrent qu'il n'existe pas de règles locales de gestion spécifique de l'espèce mais elle bénéficie des mêmes mesures locales de protection que toutes les autres espèces ligneuses. Les menaces sur l'espèce ainsi que les espèces associées à celle-ci sont principalement anthropiques. Les principales espèces associées à *D. microcarpum* sont *Piliostigma thonningii* (Schumach.) Milne, *Acacia macrostachya* Reichenb. ex DC., *Crossopteryx febrifuga* (Afzel. ex G.Don) Benth., *Terminalia macroptera* Guill, *Combretum glutinosum* Perr. ex DC., *Gardenia erubescens* Stapf & Hutch. L'analyse des structures des peuplements à *D. microcarpum* montre une stabilité de l'espèce de même que les espèces associées à celle-ci à Sapouy et à Gao. Mais cette stabilité est perturbée par les fortes pressions anthropiques. Les individus juvéniles de l'espèce présentent une structure instable. Cette situation serait causée par les feux incontrôlés. Pour une meilleure conservation de la biodiversité végétale dans ces peuplements fragiles, il est impératif d'accompagner les populations. Cela passe par l'amélioration des stratégies locales de conservation pour les rendre plus efficaces.

Mots clés : *Detarium microcarpum*, Enquêtes ethnobotaniques, Inventaire forestier, Conservation, Peuplements, Burkina Faso

CONSERVATION STRATEGIES AND STAND STRUCTURE OF *Detarium microcarpum* Guill. & Perr. IN UNMANAGED PROTECTED FORESTS OF ZIRO PROVINCE (BURKINA FASO)

ABSTRACT

In Burkina Faso, *Detarium microcarpum* is a species of non-timber forest products of great socio-economic importance. The high demand of the species makes it threatened with extinction in some localities of the country. Our study aims to list the various modes of management and the strategies of local conservations, identify the species associated with *D. microcarpum* in the stands and describe the stands structures of this species. To achieve these objectives, we carried out ethnobotanical surveys throughout the province of Ziro and a forest inventory in the unmanaged protected forests of Sapouy and Gao communes. The results from the ethnobotanical surveys show that there are no specific local management rules for the species, but it benefits from the same local protection measures as all other ligneous species. The threats to the species and the species associated with it are mainly anthropogenic. The main species associated with *D. microcarpum* are *Piliostigma thonningii* (Schumach.) Milne, *Acacia macrostachya* Reichenb. ex DC., *Crossopteryx febrifuga* (Afzel. ex G.Don) Benth., *Terminalia macroptera* Guill, *Combretum glutinosum* Perr. ex DC., *Gardenia erubescens* Stapf & Hutch. Analysis of stand structures with *D. microcarpum* shows a stability of the species as well as the species associated with it at Sapouy and Gao. But this stability is disturbed by strong anthropic pressures. Juvenile individuals of the species have an unstable structure and this situation is caused by uncontrolled fires. For a better conservation of plant biodiversity in these fragile stands, it is imperative to support the populations. This involves improving local conservation strategies to make them more effective.

Key words : Burkina Faso, Conservation, *Detarium Microcarpum*, Ethnobotanical surveys, Forest inventory, Stands.

¹Département des Politiques du Développement Durable (DPDD), Secrétariat Permanent du Conseil National pour le Développement Durable (SP/CNDD), Burkina Faso

²Département Substances Naturelles (DSN), Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies (IRSAT), Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST), Burkina Faso

³Département de Sciences Biologiques, Université Nazi Boni

⁴Département de Géographie et de Planification, Université Queen's, Kingston ON K7L 3N6, Canada

⁵Département de Biologie et Physiologie Végétale, Université Pr Joseph Ki Zerbo, Burkina Faso

*Auteur de correspondance : nguessanantoine1979@gmail.com

Introduction

Le Burkina Faso est un pays soudano-sahélien dont l'économie est essentiellement basée sur l'agriculture, l'élevage et la foresterie. La foresterie joue un rôle fondamental dans la satisfaction des besoins de base des communautés locales. Les forêts constituent un réservoir de biodiversité et fournissent des biens et services aux populations. La foresterie a contribué en 2008 pour 6,58% au PIB, soit une valeur de 243 milliards de FCFA (PNUE, 2011). Cependant l'agriculture et l'élevage en raison de leurs caractères majoritairement extensifs, constituent les plus importantes formes de pressions sur les ressources forestières. On estime à environ 105 000 ha, les superficies défrichées annuellement pour les besoins agricoles entre 1992 et 2002 (SP/ CONEDD, 2010). Ce qui a pour conséquences une baisse de la biodiversité et une menace de disparition de certaines espèces végétales parmi lesquelles on retrouve les espèces pourvoyeuses de Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL).

Detarium. microcarpum est l'une des espèces pourvoyeuses de PFNL les plus exploitées au Burkina Faso. Ses fruits sont consommés pour traiter la méningite car la pulpe sucrée aurait des vertus contre cette maladie (Bationo *et al.* 2001). Ils interviennent également dans la fabrication de vins, de jus et de sirops (Bationo *et al.* 2001 ; PNUD, 2008).

D. microcarpum est rencontrée au Burkina Faso, dans les régions de la boucle du Mouhoun, du Centre-ouest, du Centre-sud, des Hauts-

bassins et des Cascades (PNUD, 2008). Outre ses fruits, c'est l'espèce la plus commercialisée par les populations comme bois de feu pour son bon pouvoir calorifique. Il représente 60 à 92% de l'approvisionnement en bois de la ville de Ouagadougou (Bastide et Ouédraogo, 2008). Dans la province du Ziro, *D. microcarpum* est l'espèce la plus exploitée pour l'approvisionnement de ladite ville (Bastide et Ouedraogo, 2008). Kabré *et al.* (2009) ont indiqué que la dégradation des ressources forestières est préoccupante dans les provinces du Ziro et de la Sissili. Dans ces deux provinces on assiste à une pratique de l'agro business et à une surexploitation des forêts pour essentiellement le ravitaillement des villes de Ouagadougou et de Koudougou en bois de chauffe et en charbon de bois. Au regard de l'importance que revêt *D. microcarpum* pour les populations et de la dégradation continue des ressources forestières dans le Ziro, il s'avère nécessaire de développer des stratégies, de les adapter et de les faire adopter par les populations pour une meilleure gestion de l'espèce. Ainsi, l'objectif général de cette étude est de contribuer à la conservation de *D. microcarpum*. De manière spécifique il s'agit de (i) répertorier les différents modes de gestion et les stratégies de conservations de *D. microcarpum* dans la province du Ziro, (ii) décrire les structures des peuplements de *D. microcarpum* et (iii) identifier les espèces associées à *D. microcarpum* dans les peuplements.

Matériel et Méthodes

Présentation de la zone d'étude

La province du Ziro est située dans la région du Centre-ouest à l'extrême sud du Burkina Faso entre 11°15 et 12°00 de latitude nord et 1°15 et 2°15 de longitude ouest. Elle couvre une superficie de 5 128 km² (INSD, 2015).

La province du Ziro compte 127 villages (Profil régional, 2014) et est limitée :

- au Nord par les provinces du Boulkiemdé et du Bazèga ;
- au Sud et à l'ouest par la province de la Sissili ;
- à l'Est par les provinces du Zoudwéogo et du Nahouri (figure 1).

La province du Ziro se situe dans le climat sud soudanien avec une pluviométrie moyenne supérieure à 1000 mm l'année. Le réseau

hydrographique est composé d'une multitude de rivières intermittentes dont les principales se jettent dans le fleuve Nazinon et ses affluents, ou dans les affluents du Mouhoun. Le Ziro regorge d'importantes réserves en eau souterraine et compte seize retenues d'eau (Profil régional, 2014).

Selon le BUNASOLS (2001) on y retrouve cinq principaux types de sols qui sont les sols minéraux bruts, les sols peu évolués, les sols à sesquioxydes de fer et de manganèse, les sols brunifiés et les sols hydromorphes. Le relief est peu accidenté, plat interrompu par des petites élévations par endroit sur toute l'étendue du territoire. On rencontre dans cette province trois types de formations végétales que sont les savanes arbustives, les savanes arborées et les galeries forestières (Profil régional, 2014).

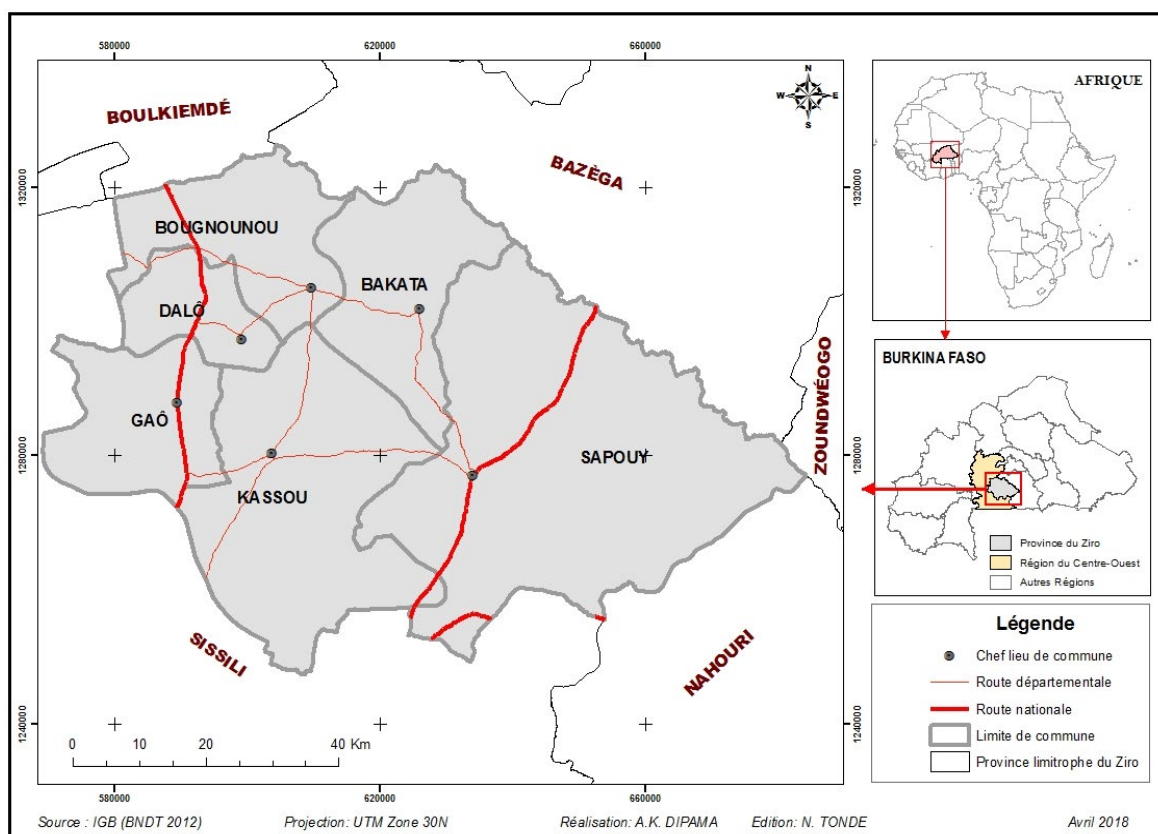


Figure 1 : Carte de localisation de la zone d'étude

Présentation de *Detarium microcarpum*

De la famille des Fabaceae-Caesalpinioideae (Thiombiano *et al.*, 2012), *Detarium microcarpum* est un petit arbre de 8 à 10 mètres de haut à fût droit, possédant une cime sphérique et assez dense. C'est une espèce qui est répartie de manière irrégulière dans les parties semi-arides des zones agroécologiques sahélienne et soudanienne. Elle est très répandue dans les savanes boisées, les savanes arbustives et les zones forestières sèches semi-défrichées. Par ailleurs, c'est l'une des espèces les plus abondantes sur les terres en jachère. En général, elle pousse sur des sols sableux ou durs à forte teneur en fer et en présence de champignons mycorhiziens. C'est dans les régions où la pluviométrie annuelle est de 600-1000 mm qu'il est le plus commun (Kouyate *et al.*, 2006). Au Burkina Faso, les sites privilégiés de l'espèce sont les jachères et la forêt claire ordinairement parcourues par les feux de brousse chaque année (Guinko, 1984). Elle est rencontrée dans les régions de la boucle du Mouhoun, du Centre-ouest, du Centre-sud, des Hauts-bassins et des Cascades (PNUD, 2008).

L'aire de répartition naturelle de *D. microcarpum* couvre toute l'Afrique subsaharienne aride, du Sénégal au Soudan (Kouyate *et al.*, 2011).

Échantillonnage et collecte des données

Enquêtes ethnobotaniques

Une enquête préliminaire portant sur 30 personnes choisies de manière aléatoire dans les communes de la province du Ziro a été réalisée et a permis non seulement de tester les fiches d'enquête ethnobotanique mais aussi de pouvoir estimer la proportion des personnes qui connaissent et utilisent l'espèce (Agbo *et al.*, 2017).

Les enquêtes qui se sont déroulées durant tout le mois de janvier 2018, ont consisté à répertorier les différentes règles qui régissent la gestion de *D. microcarpum* et d'identifier les différentes stratégies de conservation de l'espèce dans les 6 communes (Sapouy, Cassou, Gao, Dalô, Bakata et Bougnounou) de la province du Ziro. L'entretien semi-directif est la technique d'enquête qui a été utilisée. Dans ce type d'entretien, l'enquêté est invité à répondre de façon exhaustive dans ses propres termes et avec son propre cadre de référence aux questions qui lui sont posées par l'enquêteur (Séréme *et al.*, 2008). Les langues qui ont été utilisées au cours des échanges sont le Mooré et le Français car dans la zone d'étude les enquêtés parlaient au moins l'une des deux langues.

La taille de l'échantillon de la province a été calculée selon l'algorithme de Dagnelie (1998) :

$$n = \frac{(U_{1-\alpha/2})^2 \times p(1-p)}{d^2}$$

n : taille de l'échantillon à considérer dans la province, p : proportion de personnes qui connaissent et utilisent *D. microcarpum*, p=0,933 dans le cas de notre étude.

$U_{1-\alpha/2}$: valeur de la variable aléatoire normale pour un risque α ($\alpha = 0,05$; $U_{1-\alpha/2} = 1,96$)

d : la marge d'erreur prévue de n'importe quel paramètre à calculer et qui est fixée à 5%.

Au total, 95 personnes ont été enquêtées au cours de cette étude dont 69 de sexe masculin et 26 de sexe féminin.

Pour avoir suffisamment d'informations sur l'exploitation des produits de l'espèce, nous avons œuvré sur le terrain à inclure certaines personnes ressources dans notre échantillon. Ainsi, notre échantillon était composé de chefs de ménage, de chefs de village, de tradipraticiens, de Conseillers Villageois au Développement (CVD), de conseillers municipaux, de maires, de responsables de Groupements de Gestion Forestières (GGF), d'acteurs de PFNL principalement les collectrices des fruits de l'espèce, d'exploitants de bois, d'agriculteurs et d'éleveurs.

En plus, des populations locales des agents des services techniques en charge du développement rural (environnement, agriculture et élevage) ont été enquêtés afin de pouvoir apprécier la qualité des données collectées.

Inventaire forestier

Le choix des sites de relevés floristiques a été fait en deux étapes :

- la première étape est celle des enquêtes ethnobotaniques qui a permis d'échanger avec les populations sur les zones où l'on rencontre des peuplements de *D. microcarpum* ;
- la seconde étape a consisté à tenir compte des deux critères définis pour le choix des localités, afin de pouvoir apprécier les modes de gestion et les stratégies locales de conservation de *D. microcarpum* adoptés par les populations. Ces critères sont (i) l'existence de forêts protégées dans la localité présentant des peuplements assez importants de *D. microcarpum* et (ii) le non aménagement des forêts protégées concernées.

Au total, 2 communes que sont Sapouy et Gao ont été retenues pour l'étude dont 3 villages (Galo, Dariga et Souli) dans la commune de Sapouy et 4 villages (Gao,

Yinga, Zoro et Tékrou) dans celle de Gao (Figure 2).

L'inventaire forestier s'est déroulé dans les forêts protégées non aménagées des deux communes durant le mois de février 2018. Selon le code forestier du Burkina Faso (2011) « les forêts protégées sont celles qui n'ont fait l'objet d'aucun acte de classement ni au nom de l'État ni au nom d'une Collectivité Territoriale. Les droits d'usage traditionnels reconnus au profit des populations riveraines portent sur la culture, le pâturage, la cueillette des produits forestiers ».

Le choix de ces forêts a été motivé par le fait qu'elles ne bénéficient pas de structures locales de gestion hors mis le service de l'environnement. Ce qui permet de mieux apprécier l'efficacité des stratégies locales adoptées par les populations pour la conservation de *D. microcarpum*. Pour apprécier la structure d'ensemble de la végétation ligneuse ainsi que le niveau de conservation ou de dégradation des formations à *D. microcarpum*, des relevés floristique et dendrométrique ont été réalisés dans des placettes de 1000 m² (50 m x 20 m) pour les individus adultes et des sous placettes de 25 m² (5m x 5m) pour la strate juvénile de *D. microcarpum*.

Le nombre de placettes implantées dans chaque commune est fonction du potentiel existant en peuplements de *D. microcarpum*. Ainsi dans chaque village 2 à 4 placettes ont été installés.

Dans chaque surface de relevé de 1000 m², les mesures dendrométriques ont porté sur la circonférence et la hauteur des arbres et arbustes dont le diamètre à 1,30 m du sol est supérieur ou égal à 5 cm (ou 15 cm de circonférence), mais pour les espèces d'arbrisseaux et de la plupart des arbustes, l'environnement et l'état de développement ont été pris en compte car ils atteignent souvent le stade adulte à moins de 5 cm de diamètre de tronc. La hauteur est seulement considérée pour la tige la plus haute. La mesure de la circonférence a été faite à l'aide d'un ruban de 5 m et celle de la hauteur à l'aide d'une perche. Tous les individus de diamètre de tronc < 5 cm ont été considérés comme juvénile (Ouedraogo, 2006). À l'intérieur de chaque placette les juvéniles de *D. microcarpum* ont été comptés et rangés dans des classes de hauteur d'intervalles 50 cm. Au total, 24 placettes ont été implantées dont 10 dans la commune de Sapouy et 14 dans la commune de Gao.

Le relief, les pressions anthropiques, le type de texture du sol, le type de végétation et toutes autres informations importantes qui pouvaient nous aider à apprécier la structure des peuplements à *D. microcarpum* ont été mentionnés sur les fiches d'inventaire dans chaque placette. Enfin, l'état sanitaire de chacune des espèces inventoriées a été apprécié.

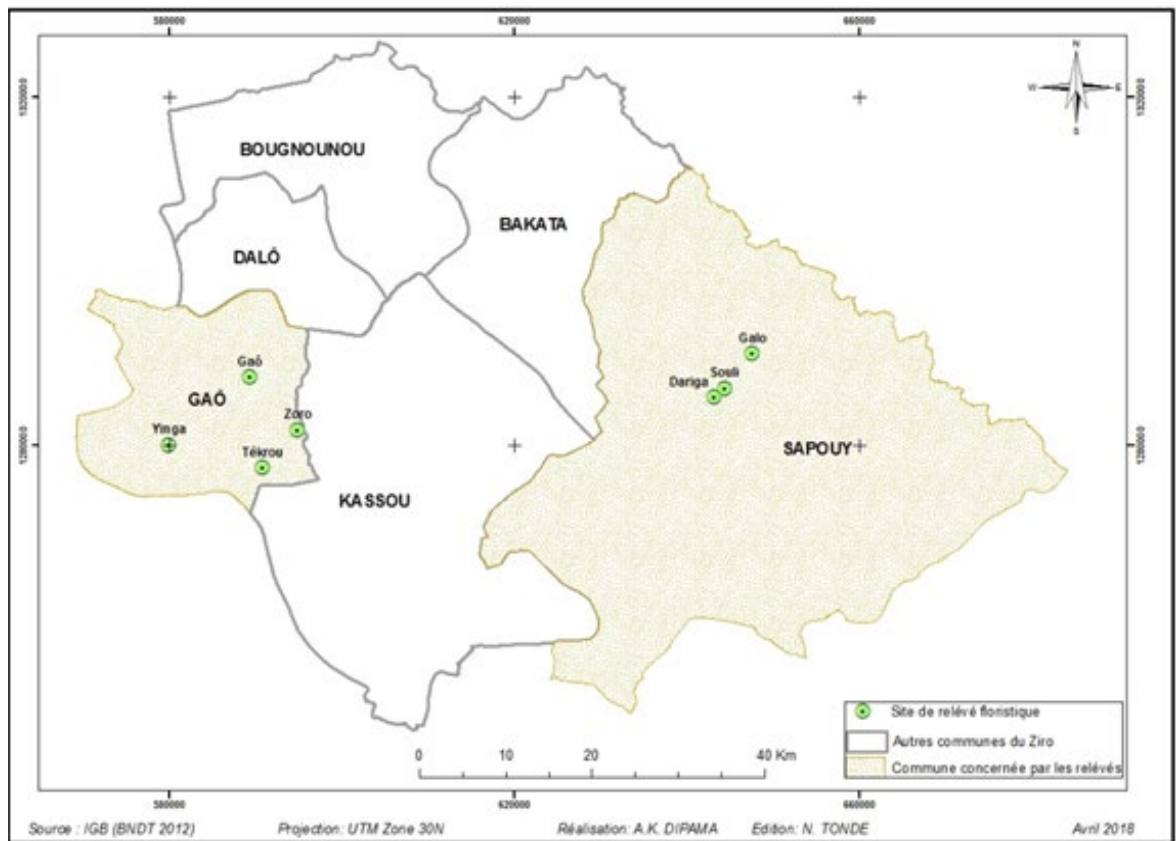


Figure 2 : Carte de localisation des sites de relevés

Analyse et traitement des données

Les espèces associées à *D. microcarpum* ont été caractérisées à travers trois indices (Cottam et Curtis, 1956) que sont la densité relative, la diversité relative et la fréquence relative. La structure des peuplements à *D. microcarpum* a été étudiée à travers la répartition des individus par classe de diamètre et de hauteur. L'appréciation de l'état des peuplements s'est faite sur la base de l'analyse des histogrammes de distribution des effectifs dans les classes de diamètre et de hauteur pour les individus adultes et uniquement celles des classes de hauteur pour les juvéniles de *D. microcarpum*. Les courbes de tendance ont été associées aux histogrammes pour l'analyse. Pour le cas des individus adultes de *D. microcarpum* la classe de diamètre débute à partir de 3 cm au lieu de 5 cm. Ce choix se justifie par le fait que sur les sites de relevés des individus de l'espèce ayant atteint l'âge adulte, avaient moins 5 cm de diamètre (15 cm de circonférence).

L'état sanitaire des ligneux des peuplements à *D. microcarpum* a été apprécié à partir d'un diagramme en secteur basé sur les états suivants des ligneux : i) ligneux sain, ii) ligneux émondé, iii) ligneux malade, iv) ligneux semi-mort, v) ligneux mort sur pied.

Les pressions anthropiques ont été analysées dans les deux communes à travers un histogramme réalisé à partir de la fréquence des traces de pressions anthropiques observées dans les différentes placettes de relevés. Le niveau d'anthropisation relatif à chacune des traces de pression a été apprécié sur la base de critères d'appréciation qui ont été proposés dans le cadre de cette étude (Tableau I) et par observations directe sur le terrain. Ainsi, trois niveaux d'appréciation (N1, N2, N3) ont été proposés et utilisés dont N1 : faible, N2 : moyen, N3 : fort. Les traces de pression anthropique concernées et les critères d'appréciation du niveau de pression sont présentés dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Traces de pression anthropique et critères d'appréciation

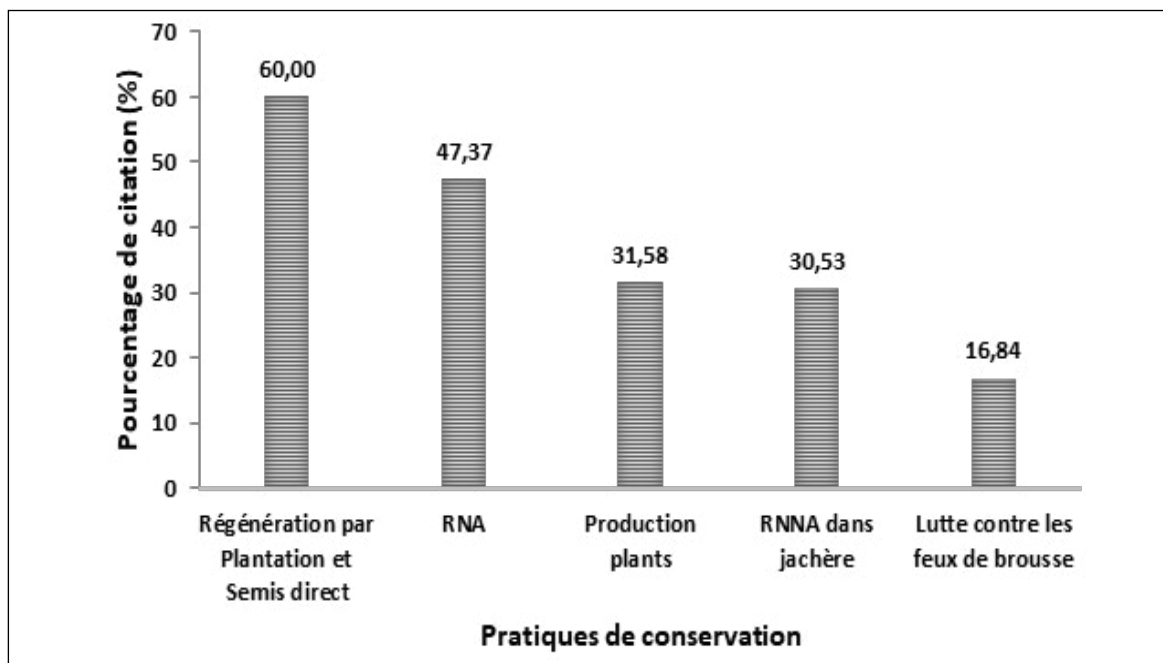
Traces de pression anthropique	Critères d'appréciation par niveau
Traces de coupe de bois	N1 : observation de ligneux émondés N2 : observation de coupes de bois de feu, de service et d'œuvre N3 : observation d'arbres défrichés pour l'installation de champs
Traces de pâturage	N1 : présence de déjections d'animaux domestiques N2 : observation de ligneux émondés comme fourrage pour les animaux domestiques N3 : observation directe d'animaux domestiques
Traces de passage de feux	N1 : observation d'un sol noirci par des flammes N2 : observation directe de basse strate brûlé (herbe, régénération ligneuse) N3 : observation directe du déclenchement d'un feu de brousse
Traces d'activités agricoles	N1 : observation de coupe à ras et de défriches de ligneux N2 : présence de champs N3 : présence de cultures

Résultats

Pratiques locales de conservation

Les enquêtes ethnobotaniques ont révélé qu'il existe plusieurs pratiques locales de conservation de *Detarium microcarpum* dans les différentes localités de la zone d'étude. L'ordre d'importance de ces pratiques telles que mesurées par les personnes enquêtées se présente comme suit : la régénération par plantation et semis direct de graines qui se fait dans les forêts classées et les forêts protégées aménagées (60%), la régénération

naturelle assistée (RNA) (47%), la production de plants de l'espèce en pépinière (32%), la régénération naturelle non assistée (RNNA) dans les jachères (31%) et la lutte contre les feux de brousse (17%) (Figure 3). En plus de ces pratiques de conservation, la sacralisation de certaines zones pour les mettre à l'abri des extensions de superficies agricoles s'avère une stratégie particulière de conservation dans le village Tékrou de la commune de Gao.



RNA : Régénération Naturelle Assistée

RNNA : Régénération Naturelle Non Assistée

Figure 3 : Principales pratiques locales de conservation de *D. microcarpum* et leurs pourcentages de citation dans la province du Ziro

Gestion locale et principales contraintes

Selon les populations locales enquêtées, il n'existe pas de règles de gestion spécifique de *D. microcarpum*. En effet, l'espèce bénéficie des mêmes règles de gestion appliquées à toutes les espèces ligneuses. Ces règles se résument à l'interdiction de mettre le feu dans la forêt, l'interdiction de récolte de fruits immatures des espèces pourvoyeuses de PFNL, l'interdiction de coupe de bois vert sauf par autorisation du service forestier, l'interdiction de coupe de bois dans les bois sacrés, le respect de la période d'exploitation du bois dans les zones aménagées. La gestion concerne toute la population mais les premiers responsables chargés de l'organisation de la gestion sont le chef de terre, le chef de village, les conseillers villageois au développement, les collectivités territoriales, les groupements de gestion forestière (GGF).

Les principales contraintes de gestion citées par les enquêtés sont, l'inorganisation des acteurs de la filière *Detarium*, la faible valorisation des fruits de l'espèce, le manque de moyens matériel et financier pour appuyer les groupements de surveillance des ressources forestières. Selon les services en charge de l'environnement des différents départements de la province, en plus de ces contraintes évoquées par les populations il y a l'incivisme grandissant d'où le non-respect de la législation forestière par les populations.

Caractérisation des pressions anthropiques

Les coupes de bois, les pâturages et les feux de brousse sont les formes de pressions anthropiques les plus observées et à des niveaux élevés (niveau 3) dans les sites de relevés des communes de Sapouy et de Gao (Figure 4). Les traces d'activités agricoles sont peu importantes.

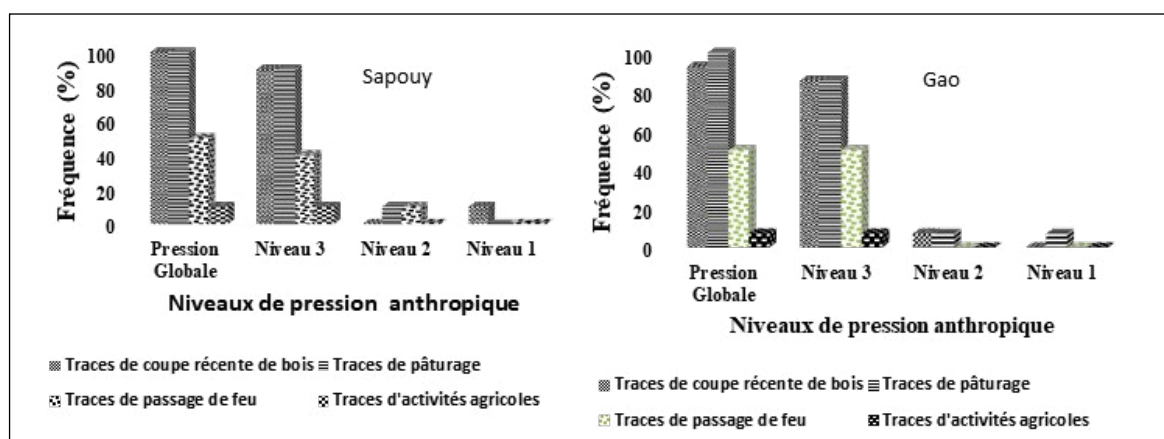


Figure 4 : Pressions anthropiques dans les peuplements à *D. microcarpum* dans les communes de Sapouy et de Gao

Propositions locales pour une meilleure gestion et conservation

Les propositions suivantes ont été faites par les populations pour une meilleure gestion et conservation de l'espèce dans la province du Ziro :

- la valorisation des fruits de l'espèce par la transformation qui confère une valeur ajoutée au produit et augmente les revenus tirés de la vente ;
- la révision du diamètre de pré-comptage pour l'exploitation du bois afin de permettre à l'espèce de produire durant un certain nombre d'années avant d'être abattue dans les parcelles de coupe ;
- la prise en compte de l'espèce parmi les espèces prioritaires lors des opérations de reboisement ;
- le reboisement annuel de l'espèce par semis direct de graines ou par plants ;
- la création de pépinières communales dans la province en vue de la production des espèces

locales menacées dont *D. microcarpum* qui est beaucoup sollicité pour son bois ;

- la sensibilisation des populations sur les menaces que représente l'action de l'homme sur les ressources forestières ;
- la synergie d'action entre les populations, les collectivités territoriales et les services techniques en charge du développement rural (environnement, agriculture, élevage).

Peuplements de *Detarium microcarpum* dans les forêts protégées non aménagées du Ziro

Commune de Sapouy

Dans les peuplements à dominance de *D. microcarpum* on note une diversité floristique dans cet habitat, constituée de 30 espèces réparties en 26 genres et 12 familles. Dans la commune de Sapouy, parmi les espèces associées à *D. microcarpum*, les

plus importantes en termes de fréquence sont par ordre : *Piliostigma thonningii* (Schumach.) Milne (8,42%), *Acacia macrostachya* Reichenb. ex DC. (7,37%), *Crossopteryx febrifuga* (Afzel. ex G.Don) Benth. (7,37%), *Terminalia macroptera* Guill. & Perr. (7,37%), *Annona senegalensis* Pers. (6,32%),

Cassia sieberiana DC. (6,32%), *Vitellaria paradoxa* Gaertn. F. (6,32%), *Lannea acida* A. Rich. (4,21%), *Burkea africana* Hook. f. (3,16%), *Entada africana* Guill. & Perr. (3,16%), *Feretia apodanthera* Del. (3,16%) et *Guiera senegalensis* J.F. Gmel. (3,16%) (Tableau 2).

Tableau 2 : Fréquence relative des espèces ligneuses recensées dans les peuplements naturels à *Detarium microcarpum* dans la commune de Sapouy

Espèces	Fréquence	Fréquence relative (%)
<i>Detarium microcarpum</i> Guill. & Perr.	1,00	10,53
<i>Piliostigma thonningii</i> (Schumach.) Milne	0,80	8,42
<i>Acacia macrostachya</i> Reichenb. ex DC.	0,70	7,37
<i>Crossopteryx febrifuga</i> (Afzel. ex G.Don) Benth.	0,70	7,37
<i>Terminalia macroptera</i> Guill. & Perr.	0,70	7,37
<i>Annona senegalensis</i> Pers.	0,60	6,32
<i>Cassia sieberiana</i> DC.	0,60	6,32
<i>Vitellaria paradoxa</i> Gaertn. F.	0,60	6,32
<i>Lannea acida</i> A. Rich.	0,40	4,21
<i>Burkea africana</i> Hook. f.	0,30	3,16
<i>Entada africana</i> Guill. & Perr.	0,30	3,16
<i>Feretia apodanthera</i> Del.	0,30	3,16
<i>Guiera senegalensis</i> J.F. Gmel.	0,30	3,16
<i>Anogeissus leiocarpa</i> (DC.) Guill. & Perr.	0,20	2,11
<i>Combretum glutinosum</i> Perr. ex DC.	0,20	2,11
<i>Diospyros mespiliformis</i> Hochst. ex A. Rich.	0,20	2,11
<i>Gardenia erubescens</i> Stapf & Hutch.	0,20	2,11
<i>Piliostigma reticulatum</i> (DC.) Hochst.	0,20	2,11
<i>Acacia dudgeoni</i> Craib ex Hall.	0,10	1,05
<i>Azelia africana</i> Smith. ex Pers.	0,10	1,05
<i>Bombax costatum</i> Pellegr. & Vuillet	0,10	1,05
<i>Combretum molle</i> R.Br. ex G.Don	0,10	1,05
<i>Lannea microcarpa</i> Engl. & K. Krause	0,10	1,05
<i>Lannea velutina</i> A. Rich.	0,10	1,05
<i>Parkia biglobosa</i> (Jacq.) R. Br. ex G. Don	0,10	1,05
<i>Sclerocarya birrea</i> (A. Rich.) Hochst.	0,10	1,05
<i>Sterculia setigera</i> Del.	0,10	1,05
<i>Strychnos spinosa</i> Lam.	0,10	1,05
<i>Vitex doniana</i> Sweet	0,10	1,05
<i>Ximenia americana</i> L.	0,10	1,05
Total	9,5	100

Commune de Gao

Les peuplements de *D. microcarpum* dans la commune de Gao ont une diversité floristique de 43 espèces réparties en 34 genres et 19 familles. Parmi les espèces associées, les plus importantes sont *Combretum glutinosum* Perr. ex DC. (7,84%), *Crossopteryx febrifuga* (Afzel. ex G.Don) Benth. (7,19%), *Gardenia erubescens*

Stapf & Hutch. (5,88%), *Lannea acida* A. Rich. (5,23%), *Terminalia macroptera* Guill. & Perr. (5,23%), *Vitellaria paradoxa* Gaertn. F. (5,23%), *Burkea africana* Hook. f. (3,92%), *Strychnos spinosa* Lam. (3,92%), *Acacia macrostachya* Reichenb. ex DC. (3,27%), *Lannea velutina* A. Rich. (3,27%) et *Piliostigma thonningii* (Schumach.) Milne (3,27%) (Tableau 3).

Tableau 3: Fréquence relative des espèces ligneuses recensées dans les peuplements naturels de *Detarium microcarpum* dans la commune de Gao

Espèces	Fréquence	Fréquence relative
<i>Detarium microcarpum</i> Guill. & Perr.	1,00	9,15
<i>Combretum glutinosum</i> Perr. ex DC.	0,86	7,84
<i>Crossopteryx febrifuga</i> (Afzel. ex G.Don) Benth.	0,79	7,19
<i>Gardenia erubescens</i> Stapf & Hutch.	0,64	5,88
<i>Lannea acida</i> A. Rich.	0,57	5,23
<i>Terminalia macroptera</i> Guill. & Perr.	0,57	5,23
<i>Vitellaria paradoxa</i> Gaertn. F.	0,57	5,23
<i>Burkea africana</i> Hook. f.	0,43	3,92
<i>Strychnos spinosa</i> Lam.	0,43	3,92
<i>Acacia macrostachya</i> Reichenb. ex DC.	0,36	3,27
<i>Lannea velutina</i> A. Rich.	0,36	3,27
<i>Piliostigma thonningii</i> (Schumach.) Milne	0,36	3,27
<i>Annona senegalensis</i> Pers.	0,29	2,61
<i>Combretum adenogonium</i> Steud. ex. A. Rich.	0,29	2,61
<i>Entada africana</i> Guill. & Perr.	0,29	2,61
<i>Pteleopsis suberosa</i> Engl. & Diels	0,29	2,61
<i>Sterculia setigera</i> Del.	0,29	2,61
<i>Bombax costatum</i> Pellegr. & Vuillet	0,21	1,96
<i>Ozoroa pulcherrima</i> (Schweinf.) R.Fern. & A.Fern.	0,21	1,96
<i>Terminalia avicennioides</i> Guill. & Perr.	0,21	1,96
<i>Acacia dudgeoni</i> Craib ex Hall.	0,14	1,31
<i>Bridelia ferruginea</i> Benth.	0,14	1,31
<i>Cassia sieberiana</i> DC.	0,14	1,31
<i>Diospyros mespiliformis</i> Hochst. ex A. Rich.	0,14	1,31
<i>Gymnosporia senegalensis</i> (Lam.) Loes.	0,14	1,31
<i>Lannea microcarpa</i> Engl. & K. Krause	0,14	1,31
<i>Parkia biglobosa</i> (Jacq.) R. Br. ex G. Don	0,14	1,31
<i>Ziziphus mucronata</i> Willd.	0,14	1,31
<i>Acacia seyal</i> Del.	0,07	0,65
<i>Afzelia africana</i> Smith. ex Pers.	0,07	0,65
<i>Celtis toka</i> (Forssk.) Hepper & Wood.	0,07	0,65
<i>Feretia apodanthera</i> Del.	0,07	0,65
<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	0,07	0,65
<i>Pseudocedrela kotschy</i> (Schweinf.) Harms	0,07	0,65
<i>Pterocarpus lucens</i> Lepr. ex Guill. & Per	0,07	0,65
<i>Strychnos innocua</i> Del.	0,07	0,65
<i>Trichilia emetica</i> Vahl	0,07	0,65
<i>Vitex doniana</i> Sweet	0,07	0,65
<i>Ximenia americana</i> L.	0,07	0,65
Total	10,93	100,00

Structure de distribution

Distribution de toutes les espèces

Les courbes de tendance exponentielle des histogrammes en classes de diamètre de toutes les espèces ligneuses dans les communes de Sapouy et de Gao (Figure 5) présentent une allure en « L ». C'est une allure caractéristique d'un grand nombre d'individus à faibles diamètres.

Distribution des individus de *Detarium microcarpum*

Les courbes de tendance exponentielle des histogrammes en classes de hauteur des individus adultes de *D. microcarpum* dans les communes de Sapouy et de Gao présente une allure en « L » (Figure 6).

Les courbes de tendance exponentielle des histogrammes en classes de hauteur des individus juvéniles de *D. microcarpum* (Figure 7) dans les deux localités présentent une allure en « J ». Ce qui est caractéristique d'une prédominance des individus de grande taille.

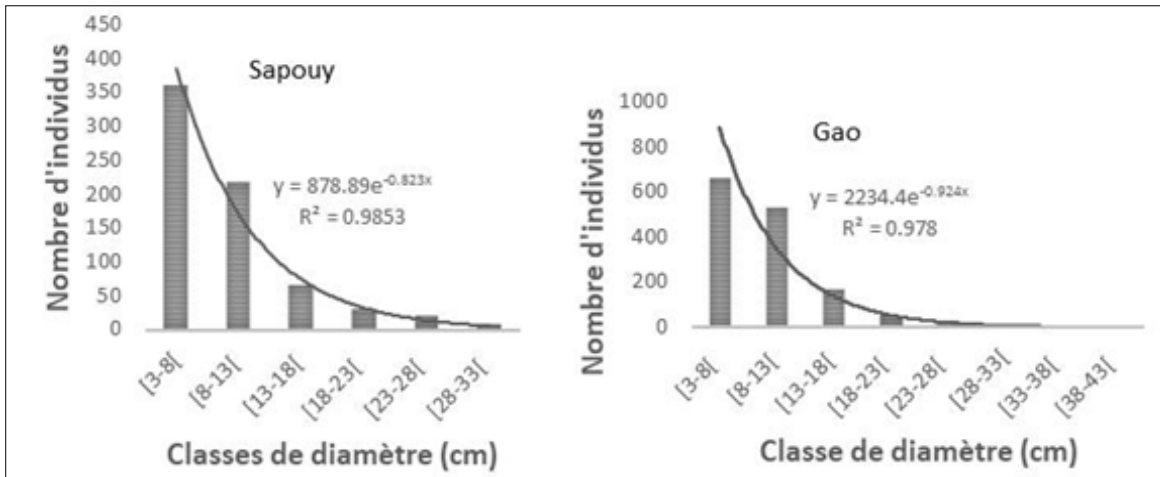


Figure 5 : Structure horizontale des espèces ligneuses dans les peuplements de *D. microcarpum* dans les communes de Sapouy et de Gao

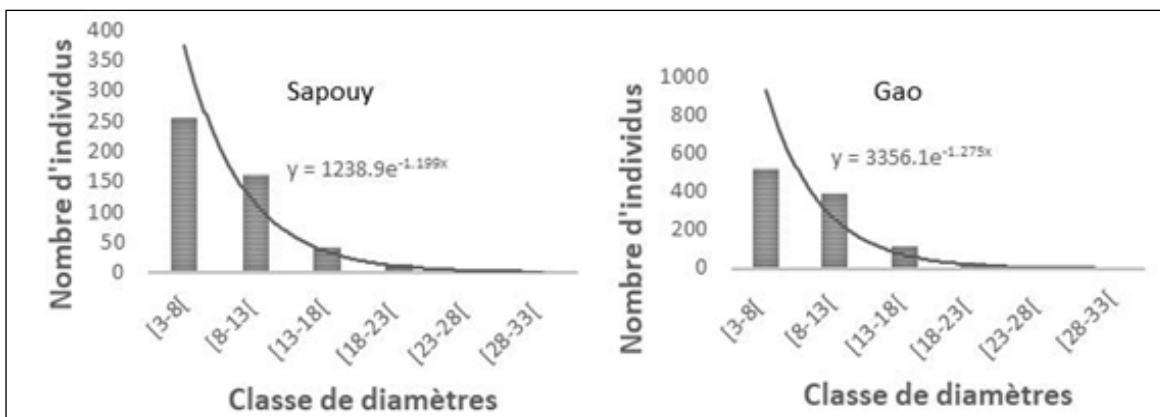


Figure 6 : Structure horizontale des individus adultes de *D. microcarpum* dans les communes de Sapouy et de Gao

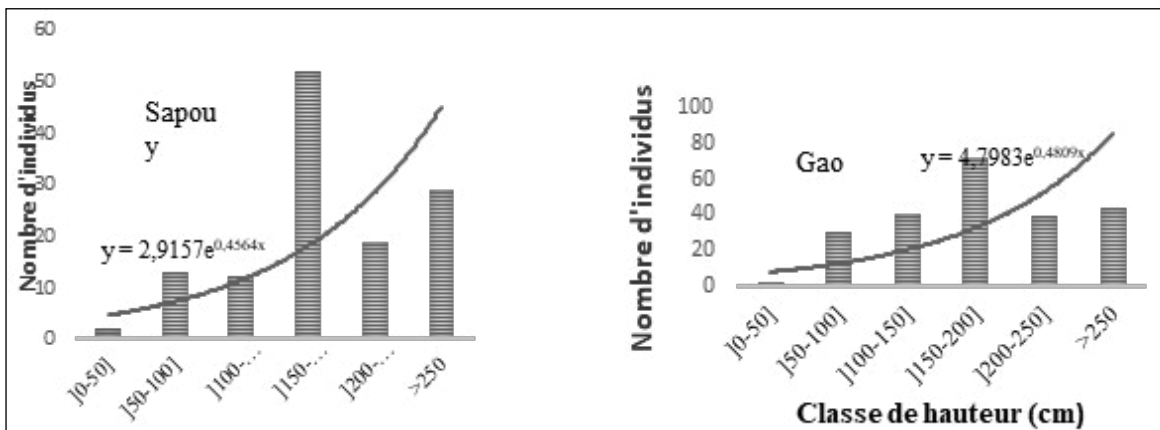


Figure 7 : Structure des juvéniles de *D. microcarpum* dans les communes de Sapouy et de Gao

État sanitaire des espèces ligneuses dans les peuplements à *Detarium microcarpum*

Les peuplements à *D. microcarpum* présentent un bon état sanitaire dans les différents sites de relevés des deux communes. En effet, les ligneux sains

ont une fréquence de 91,61% dans la commune de Sapouy et de 97,64% dans la commune de Gao. Les ligneux malades et les ligneux semi-morts quant à eux ont des fréquences très faibles. La maladie de ces ligneux est liée principalement aux attaques des termites.

Discussion

Gestion et conservation de *Detarium microcarpum*

Les résultats de cette étude montrent qu'il n'existe pas de règles locales de gestion spécifique de *D. microcarpum* mais que l'espèce bénéficie des mêmes mesures de protection que les autres espèces végétales. Toutefois, cette étude a permis de relever que les règles de gestion locales ne sont plus respectées par les populations si bien que dans la plupart des cas le service forestier est le plus souvent sollicité.

Les principales contraintes de gestion de l'espèce mentionnées lors de nos enquêtes dans la province du Ziro sont entre autres le chômage, la pression démographique et l'incivisme. Le chômage des jeunes durant la saison sèche est un facteur qui pousse ceux-ci à la coupe du bois vert pour subvenir à leurs besoins de subsistance. La pression démographique accompagnée par les techniques agricoles peu développées sont à l'origine de l'augmentation de la demande en terres cultivables, accentuant ainsi les pressions sur les ressources forestières en général et *D. microcarpum* en particulier vu que l'espèce n'est pas épargnée lors des défriches.

D. microcarpum est une espèce qui n'est pas protégée par la législation forestière mais de manière informelle en raison de sa valeur pour les populations. C'est aussi le cas à l'est du Mali, dans les provinces du Sanmatenga et du Zoundwéogo au Burkina Faso, dans la Casamance au Sénégal, la Gambie et la Sierra Leone (Kouyaté et Lamien, 2011). En effet, dans le cas spécifique du Burkina Faso, *D. microcarpum* ne figure pas dans la liste des espèces forestières bénéficiant de mesures de protection particulière. Ce qui fait que moins d'attention est accordée à cette espèce surtout lors des défriches pour les champs où elle n'est généralement pas épargnée.

Enfin, l'incivisme grandissant dans le pays n'épargne pas la province du Ziro avec des conséquences néfastes sur la gestion et la conservation de cette espèce. Selon les services en charge de l'environnement des différents départements de la province, la législation forestière n'est plus respectée par les populations avec pour corollaire l'installation anarchique des champs dans les zones les plus boisées jugées fertiles. Cette situation fait que le contrôle de l'exploitation forestière devient difficile pour les agents forestiers. En plus de ces contraintes de gestion il faut souligner que *D. microcarpum* n'est pas une espèce de choix

comme le Karité, le Néré, le Baobab lors des opérations de reboisement organisées par les collectivités territoriales de la zone d'étude car jugée très abondante dans ses différentes zones de prédilections.

Nonobstant cette situation de gestion difficile de *D. microcarpum*, les populations sont tout de même conscientes de la valeur inestimable que représente cette espèce pour elles. Ainsi dans les champs, certains pieds sont préservés pour la consommation des fruits mais aussi pour les besoins médicaux. Au nombre de ces pratiques de conservation les plus rencontrées, on peut citer le semis direct de graines dans les zones aménagées pour l'exploitation du bois. Selon Bationo *et al.* (2001), la pratique de semis direct de graines est recommandée dans les jeunes jachères où *D. microcarpum* n'est pas présente pour pallier la médiocrité de la dissémination et déclencher les processus de la régénération. Il serait donc opportun pour les populations de prioriser cette pratique de semis direct de graines dans les forêts protégées non aménagées.

D. microcarpum est également conservée dans les anciennes jachères, le constat a été fait lors des relevés floristiques. La production de l'espèce par quelques pépiniéristes est également l'une des pratiques de conservation observée dans la province. Cette production demeure insuffisante pour assurer une compensation effective de l'exploitation de l'espèce au vue de la forte sollicitation de celle-ci surtout pour son bois. Enfin, la lutte contre les feux incontrôlés qui sont les principales menaces pour la régénération de cette espèce est aussi une pratique de conservation.

Dynamique des peuplements de *Detarium microcarpum*

Les individus adultes

Les individus adultes dans les peuplements à *D. microcarpum* présentent des structures horizontales stables dans les deux communes. On observe des effectifs des classes de petits diamètres plus importants que celles des classes de grands diamètres. Une telle distribution caractérisée par un grand nombre d'individus de petit diamètre et un nombre très restreint d'individus de gros diamètre est typique des populations stables, susceptibles de se renouveler par la régénération naturelle (Ouédraogo, 2006). Le même constat est fait pour *D. microcarpum* dont les peuplements présentent une structure horizontale stable.

La courbe de tendance exponentielle des histogrammes en classes de hauteur dans les peuplements à *D. microcarpum* dans les deux localités présente une allure en « L ». Cette allure est caractéristique de peuplements stables. Ce qui pourrait indiquer que l'espèce a un potentiel pour reconstituer des populations stables.

Structure des juvéniles

Les individus juvéniles de *D. microcarpum* ont une structure verticale instable dans les deux communes. Cela se justifie par l'allure en « J » de la courbe de tendance exponentiel dans les deux localités. Cette allure traduit une faible aptitude de l'espèce à régénérer naturellement. On remarque la difficulté de régénération à travers l'effectif très faible dans la classe de hauteur]0-50]. Selon Ouédraogo (2006), cette classe est constituée des plus jeunes individus de semis, de rejets de souches souterraines ou de drageons. Cette strate correspond à la phase d'établissement de la régénération. Ce qui confirme donc cette difficulté de régénération de l'espèce

puisque ce sont les individus de cette classe qui constitue le potentiel régénérateur de celle-ci.

Selon Taïta (2003), les espèces dont les fruits et/ou les graines sont consommés rencontrent généralement des problèmes de régénération. C'est le cas de *D. microcarpum* dont les fruits sont récoltés et emportés pour la consommation et la vente par les populations de la province du Ziro.

De plus, les résultats de l'étude montrent des indices de feux assez importants dans les différents sites de relevés. L'enquête ethnobotanique a également révélée que les principales menaces pour la régénération sont les feux incontrôlés. Ces feux incontrôlés seraient aussi responsables des difficultés de régénération de l'espèce. Cela est en accord avec les résultats de Kouyaté et Lamien (2011). Selon cet auteur, c'est l'exploitation excessive du bois, principalement pour en faire du combustible, l'expansion et l'intensification de l'agriculture ainsi que les feux incontrôlés qui empêchent la régénération de *D. microcarpum*.

Conclusion

Cette étude a permis de montrer la dynamique des peuplements à *Detarium microcarpum* dans les communes de Sapouy et de Gao ainsi que les pratiques locales adoptées par les populations pour préserver cette espèce.

Les individus adultes des peuplements à *D. microcarpum* présentent des structures stables dans les deux communes. Ce qui n'est pas le cas pour les individus juvéniles de cette espèce qui présentent une structure instable dans ces localités. Cette situation serait principalement due aux feux incontrôlés qui détruisent les rejets.

Au regard des menaces qui pèsent sur l'espèce du

fait de sa forte sollicitation surtout pour son bois, les populations dans le souci d'une préservation de celle-ci pour leurs besoins ont adopté des pratiques locales de conservation. Ces pratiques sont entre autres la régénération par semis direct de graines dans les zones aménagées, la régénération naturelle assistée (RNA), la production de plants de l'espèce, la conservation dans les anciennes jachères et la lutte contre les feux incontrôlés.

Un accompagnement des populations en vue de la conservation de cette espèce s'avère nécessaire et les propositions de cette étude pourraient contribuer à assurer sa pérennité.

Remerciements

Nous adressons nos vifs remerciements à toute la population de la province du Ziro pour leur franche collaboration et leur sympathie qui ont facilité la récolte des données sur le terrain. Nous tenons à adresser notre gratitude à l'ensemble du personnel du Laboratoire de Biologie et Écologie Végétale

de l'Université Pr. Joseph Ki-zerbo qui a aidé à la mise en œuvre de cette étude. Nos remerciements s'adressent également à l'École Nationale des Eaux et Forêts du Burkina Faso (ENEF) pour la formation reçue en foresterie.

Références Bibliographiques

- Agbo IR, Missihoun AA, Vihotogbe R, Assogbadjo EA, Ahanhanzo C, Agbangla C. 2017.** Impacts des usages traditionnels sur la vulnérabilité de *Detarium microcarpum* Guill. & Perr. (Caesalpiniaceae) dans le district phytogéographique Zou au Bénin (en Afrique de l'Ouest). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11(2) : 730-742.
- Bastide B, Ouédraogo SJ. 2008.** Rejets de *Detarium microcarpum* et feux précoces. *Bois et forêts des tropiques*, 296 (2) : 27-37.
- Bationo BA, Ouédraogo SJ, Guinko S. 2001.** Stratégies de régénération naturelle de *Detarium microcarpum* Guill. et Perr. dans la forêt classée de Nazinon (Burkina Faso). *Cirad/EDP Sciences*, 56 (4): 271-285.
- BUNASOLS (Bureau National des Sols). 2001.** Étude Morphopédologique des provinces de la Sissili et du Ziro, Rapport technique N120, 83 p.
- Cottam C, Curtis JT. 1956.** "The use of distance measures in phytosociological sampling." *Ecology*, 37(3) : 451-460.
- Code Forestier. 2011.** LOI N°003-2011/AN portant code forestier au Burkina Faso, 53 p.
- Dagnelie P. 1998.** Statistique théorique et appliquée. Tome 1 : statistique descriptive et bases de l'inférence statistique. Bruxelles : De Boeck et Larcier, 508 p.
- Guinko S. 1984. Végétation de la Haute-Volta. Thèse de doctorat d'État ès sciences, Université Bordeaux-III, Talence, France, 394 p.**
- INSD. 2015.** Annuaire statistique 2014, Burkina Faso, 386 p.
- Kabré AM, Somda J, Savadogo M, Nianogo AJ. 2009.** Bois-énergie au Burkina Faso : Consolidation des moyens d'existence durable (2006 – 2009). UICN - Burkina Faso, Ouagadougou, 184 p.
- Kouyaté AM, Lamien N. 2011.** *Detarium microcarpum*, détar sucré. Conservation et utilisation durable des ressources génétiques des espèces ligneuses alimentaires prioritaires de l'Afrique subsaharienne. Bioversity International (Rome, Italie). SAFORGEN, 8 p.
- Kouyaté M, Van Damme P, Diawara H. 2006.** Évaluation de la production en fruits de *Detarium microcarpum* Guill. & Perr. au Mali. *Cirad/EDP Sciences*, 61 (4) : 267-272.
- MEDD. 2011.** Plan d'actions pour la promotion et la valorisation des Produits Forestiers Non Ligneux, rapport final, 51 p.
- Ouédraogo A. 2006.** Diversité et dynamique de la végétation ligneuse de la partie orientale du Burkina Faso. Thèse de Doctorat unique, Université de Ouagadougou, 195 p.
- PNUD. 2008.** Programme d'amélioration des revenus et de sécurité alimentaire (ARSA) : Composante « Exploitation rentable des Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL) ». Rapport Final, Burkina Faso, 168 p.
- PNUE. 2011.** Évaluation économique de l'environnement et des ressources naturelles au Burkina Faso. Projet initiative pauvreté-environnement au Burkina Faso (IPE/Burkina), rapport final, 167 p.
- Profil régional. 2014.** Profil de la région du Centre-ouest, 49 p.
- Séréme A, Millogo RJ, Guinko S, Nacro M. 2008.** Propriétés thérapeutiques des plantes à tanins du BURKINA FASO. *Pharmacopée et Médecine traditionnelle africaines*, 15 : 41-49.
- SP/CONEDD. 2010.** Troisième rapport sur l'état de l'environnement au Burkina Faso, 247 p.
- Taïta P. 2003.** Use of woody plants by locals in Mare aux Hyppopotames, Biosphère Reserve in Western Burkina Faso. *Biodiversity and conservation.*, 12 : 1205 - 1217.
- Thiombiano A, Kampmann D (ed.). 2010.** Atlas de la Biodiversité de l'Afrique de l'Ouest. Tome II: Burkina Faso. Ouagadougou et Frankfurt/Main, 592 p.
- Thiombiano A, Schmidt M, DA S, Hahn-hadjali K, Zizka G Witt ig R. 2012.** Mémoire de botanique systématique. Conservatoire de la ville de Genève. *Boisiera*, ISSN : 00373-2975 65 1 – 391, volume 65, 391 p.

INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

REB-PASRES, la Revue Environnement et Biodiversité, est publiée par le Programme d'Appui Stratégique à la Recherche Scientifique en Côte d'Ivoire (PASRES), deux fois par an. Elle publie en langue française et anglaise, des articles originaux dans les domaines suivants : Biologie, Écologie et Conservation des ressources naturelles, Gestion durable des ressources naturelles, Qualité des ressources naturelles et des écosystèmes, Interaction(s) environnement et pression anthropique. Les articles ne doivent pas avoir été publiés antérieurement ni soumis dans une autre revue.

PRÉSENTATION DES MANUSCRITS

La page de titre

Elle doit comprendre :

- un titre en français et en anglais, en gras et en majuscule à l'exception des mots en latin ;
- les noms des auteurs (nom de famille suivi de l'initiale du (des) prénom(s), l'adresse postale complète des services ou des laboratoires d'affiliation avec une indication de l'appartenance de chacun des auteurs ;
- le nom et le numéro de téléphone, le fax et l'adresse e-mail de l'auteur à qui seront adressés les demandes de modifications avant l'acceptation du manuscrit, les épreuves et les tirés à part.

Les résumés et mots-clés

Chaque article comprend un résumé de 250 mots au maximum, en français et en anglais, ainsi que des mots-clés (4 à 6) également en français et en anglais. Ces résumés doivent être présentés en un seul paragraphe et structurés comme suit : but de l'étude, méthodes, résultats et conclusion. Les mots-clés doivent commencer par une lettre majuscule et séparés par une virgule. La longueur du manuscrit n'excédera pas 25 pages y compris les références bibliographiques, les tableaux et les figures.

Le texte

Les auteurs doivent veiller à ce que les textes soumis soient clairs et facilement compréhensibles, précis et concis. Ils doivent s'assurer que le français ou l'anglais est simple et correct. Les abréviations doivent être expliquées lors de leur première apparition dans le texte et, ensuite, être utilisées de manière cohérente et invariable. Pour ne pas nuire à la clarté du texte, elles doivent être en nombre restreint. Aucune abréviation ne sera utilisée ni dans le titre, ni dans le résumé. Les unités de mesure abrégées doivent être conformes aux nomenclatures internationales (par exemple, l'abréviation de minute est « min » et non pas « mn »).

Les articles sont rédigés en français ou en anglais en Word, Times New Roman, taille 12, double interligne, avec des marges de 2,5 cm de chaque côté.

Le texte comprendra les sections suivantes :

INTRODUCTION

L'introduction doit présenter succinctement le contexte, l'importance du sujet, le point sur les travaux antérieurs avec des références actualisées et les objectifs visés.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les méthodes antérieurement décrites doivent être citées et non réécrites. Si les méthodes sont nouvelles, elles seront détaillées de sorte à permettre leur reproduction.

RÉSULTATS

Les résultats originaux et importants doivent être indiqués. Ils peuvent être illustrés par des figures et/ou des tableaux, mais leur nombre doit être restreint et venir en complément du texte et non en répétition. Ces illustrations doivent être numérotées en chiffres arabes et accompagnées d'un titre et d'une légende. Les titres et les légendes des figures seront placés en bas et ceux des tableaux, en haut. La numérotation des tableaux et des figures doit être en gras. Exemple : **Figure 1** : Localisation des points d'échantillonnage.

DISCUSSION

Le but de la discussion est de présenter une interprétation brève et fondée des résultats et devrait faire ressortir ce qui est nouveau par rapport aux connaissances antérieures. Une simple récapitulation des résultats n'est pas acceptable à ce niveau.

CONCLUSION

Une conclusion doit être tirée à la fin de toutes ces sections. Elle doit présenter les résultats significatifs et les limites de l'étude.

REMERCIEMENTS

Des remerciements peuvent être présentés à la fin du texte et avant les références bibliographiques.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Les auteurs doivent accorder une attention particulière à l'exactitude et à l'exhaustivité de leurs références. Ces dernières doivent être citées dans le texte par le(s) nom(s) de(s) l'auteur(s) et l'année de publication, par exemple : (Touré, 2014) ou (Aké-Assi et Guinko, 1991).

Pour la citation de références avec trois auteurs ou plus, seul le nom du premier auteur suivi par « *et al.* », doit être utilisé, par exemple : (Simarmata *et al.*, 1990). S'il y a plus d'une publication produite au cours de la même année pour le(s) même(s) auteur(s), il faudrait ajouter les lettres « a » ; « b », etc. Pour l'année : par exemple, (Dembele 2008a ; 2008b). Les références doivent être listées par ordre alphabétique à la fin du texte, sans numérotation. Le(s) nom(s) de(s) l'auteur(s) et l'année de publication doivent être en gras. Exemple : **Aké-Assi L, Guinko S. 1991.** Plantes utilisées dans la médecine traditionnelle en Afrique de l'Ouest. Roche, Bâle, Suisse, 151p

Le nombre de références ne doit pas dépasser 30 et ne seront constituées que des références consultées pour la rédaction de la publication. Celles-ci doivent être accessibles aux lecteurs. Toutes les références citées dans le texte doivent figurer dans la liste des références bibliographiques et vice-versa. Les articles acceptés mais non encore publiés peuvent être référencés en indiquant les auteurs, le titre, la revue, le volume avec la mention (à paraître) ou (*in press*) en lieu et place de l'année de publication.

Article de journaux

Simarmata M, Kaufmann JE, Penner D. 2003. Potential basis of glyphosate resistance in California rigid ryegrass (*Lolium rigidum*). *Weed Science*, 51: 678-682.

Mukherjee P, Gao Y. 2016. Efficiency of organic ligands in adsorptive dissolution and photoreductive dissolution of hematite. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 13(5) : 1195-1206.

Ouvrage

Aké-Assi L, Guinko S. 1991. Plantes utilisées dans la médecine traditionnelle en Afrique de l'Ouest. Roche, Bâle, Suisse, 151p.

Chapitre d'ouvrage

Blasa M, Gennari L, Angelino D, Ninfali P. 2010. Fruit and vegetable antioxidants in health. *In*: Watson RR, Preedy VR (Eds.). Bioactive foods in promoting health. Fruits and vegetables, 1st edn. Elsevier : 37-58.

Michel JL (Eds.). 2002. L'organisation pratique. *In* : Le mémoire de fin d'études dans les écoles de commerce. Ellipses, Paris, 77-88.

Thèse

Touré A. 2014. Gestion agronomique et dynamique des mauvaises herbes dans les systèmes de riz de bas fond en Afrique de l'Ouest. Thèse de l'Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 250p.

Référence consultable sous format électronique

Blythe S. 1999. An introduction to medicines from plants. [http:// www.rainforesteducation.com/medicines/PlantMedicines/rfmedicines.htm](http://www.rainforesteducation.com/medicines/PlantMedicines/rfmedicines.htm), consulté le 24/03/2015.

OMS. 2014. Premier rapport de l'OMS sur la résistance aux antibiotiques: une menace grave d'ampleur mondiale. <http://www.who.int/mediacentre>, consulté le 16/11/2014.

FIGURES

Toutes les figures (graphiques, dessins, photographies, cartes...) sont numérotées en chiffres arabes et appelées dans le texte par ordre numérique (numéro entre parenthèses : Figure 1). Les figures en couleur ou en noir et blanc, sont fournies dans un fichier séparé.

TABLEAUX

Chaque tableau doit être présenté sur une page séparée, numéroté en chiffres arabes et indexé dans le texte par appel de son numéro entre parenthèses (Tableau 1). Il est accompagné d'un titre (placé au-dessus) et, éventuellement, de notes explicatives (au-dessus). Il est saisi en interligne simple. Les tableaux sont fournis dans un fichier séparé.

SOUMISSION DES ARTICLES

L'article proposé doit être envoyé par voie électronique à l'adresse de la revue : rebpasres.prov@gmail.com

Lors de la soumission des articles, les auteurs doivent s'assurer que le texte est conforme aux instructions aux auteurs. La revue se réserve le droit de rejeter tout article qui ne les respecte pas.

Une fois reçu, le comité de rédaction vérifie que l'article soumis pour publication entre dans la ligne éditoriale de la revue. Le manuscrit est ensuite évalué par deux référés. Les auteurs reçoivent les décisions de ces évaluations qui peuvent être l'acceptation, le refus ou l'acceptation avec des demandes de modifications. Le Comité de rédaction à son tour vérifie que les modifications apportées au manuscrit correspondent bien à ce qui a été demandé par les évaluateurs scientifiques. Une fois validé, le manuscrit est accepté par l'éditeur et le processus d'édition peut commencer.

CORRECTION D'ÉPREUVES, DEMANDES DE REPRODUCTION

En cas de reproduction partielle ou totale, dans le manuscrit, d'un document ou d'une illustration déjà publiée, l'autorisation écrite de l'éditeur et des auteurs doit être impérativement fournie. L'auteur correspondant recevra les épreuves électroniques de son article sous format PDF. Les modifications portant sur le fond ne sont pas acceptées sur les épreuves. Les corrections se limiteront à la typographie. Les auteurs feront le nécessaire pour retourner à l'éditeur les épreuves corrigées, dans les 48 heures suivant leur réception, et ce, à toute période de l'année. En cas de retard, l'éditeur se réserve le droit de procéder à la publication du manuscrit sans les corrections de l'auteur. Dès parution, toute demande de reproduction devra être adressée à l'éditeur.

L'auteur correspondant recevra l'article paru sous format PDF.

La publication dans la REB-PASRES est entièrement gratuite.

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

REB-PASRES, a journal of Environment and Biodiversity, is published by the « Programme d'Appui Stratégique à la Recherche Scientifique (PASRES) », two times a year. REB-PASRES publishes French and English-language original articles in the following fields : Biology, Ecology and Conservation of natural resources, Sustainable management of natural resources, Quality of natural resources and ecosystems, Environment and Anthropogenic pressure interaction. Articles must not have been published or submitted to another journal.

PRESENTATION OF MANUSCRIPTS

The format of the manuscript should be as follows:

Title page

- a title in English and in French, in bold and capital letters except words in Latin.
- the names of authors (first name initial and surname), the full postal addresses of the affiliations of each author.
- name, phone number, fax number and e-mail address of corresponding author.

Abstracts and keywords

Each article must include an abstract of 250 words at the most, in French and English, as well as French and English keywords (4 to 6). These abstracts must be in one paragraph and structured in the following manner: study goal, methods, results and conclusion. Keywords must begin with a capital letter and separated by a comma. The full-length paper should not exceed 25 pages, including references, tables and figures.

Text

Authors must ensure that the texts submitted are clear, easy to understand, precise and concise. The French or English language used must be simple and correct. Abbreviations must be explained when first used in the text, then used in a coherent and invariable manner. Abbreviations cannot be used in the title or abstract. In order to ensure clarity of the text, they must be used in a limited number. Abbreviated units of measurement must follow international nomenclature (for example, the abbreviation of minute is “min” not “mn”).

Articles are written in English or French in Word, Times New Roman, size 12, double spaced, with margins of 2.5 cm on each side. The body of the article is structured as followed:

INTRODUCTION

The introduction must present the background on the subject, its relevance, relationship with previous studies and state the goals of the study.

MATERIAL AND METHODS

Previously described methods should be cited but not rewritten. If new methods are used, they must be described in details in order to allow reproduction.

RESULTS

Original and important findings must be presented. They may be illustrated, not repeated with limited numbers of tables or figures. Tables and figures must be numbered in Arabic numerals and bear a title and a legend. Titles and legends must be placed below figures and above tables. Tables and figures number must be in bold:

Example: **Figure 1:** Location of the sampling sites.

DISCUSSION

The purpose of the discussion is to present a brief and sound interpretation of the results. The discussion must highlight what is new in the paper as compared to existing knowledge. A mere recapitulation of the results is not acceptable. A conclusion must be given at the end of this section.

CONCLUSION

A conclusion must be given at the end of these sections. It must point out the major points of results and the limitations of the study.

ACKNOWLEDGEMENTS

These may be presented at the end of the text and before the references.

REFERENCES

Authors must pay a particular attention to the quality and comprehensiveness of the references. These references must be quoted in the text using the name(s) of author(s) and the year of publication, e.g. (Touré, 2014) or (Aké Assi et Guinko, 1991). For references with more than two authors, only the name of the first author followed by *et al.*, must be used, e.g. (Simarmata *et al.*, 1990). If an author is quoted twice for the same year, add letters “ a “, “ b “, etc. for this year : e.g (Dembele 2008a, 2008b). The references must be listed in alphabetical order at the end of the text without number. Author’s names and publishing year must be in bolt.

Example :

Aké-Assi L, Guinko S. 1991. Plantes utilisées dans la médecine traditionnelle en Afrique de l’Ouest. Roche, Bâle, Suisse, 151p

The number of references must not exceed 30 in original articles. The article must only include references to texts that have been consulted when writing the article. The quoted references should be accessible to the readership. Any reference quoted within the text must be included in the list of references and vice versa. Articles accepted but not yet published can be referenced by indicating the journal, the year of publication, and the volume with the words (in press).

Journals

Simarmata M, Kaufmann JE, Penner D. 2003. Potential basis of glyphosate resistance in California rigid ryegrass (*Lolium rigidum*). *Weed Science*, 51: 678-682.

Mukherjee P, Gao Y. 2016. Efficiency of organic ligands in adsorptive dissolution and photoreductive dissolution of hematite. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 13(5): 1195-1206.

Book

Aké-Assi L, Guinko S. 1991. Plantes utilisées dans la médecine traditionnelle en Afrique de l’Ouest. Roche, Bâle, Suisse, 151p.

Book chapter

Blasa M, Gennari L, Angelino D, Ninfali P. 2010. Fruit and vegetable antioxidants in health. *In*: Watson RR, Preedy VR (Eds.). *Bioactive foods in promoting health. Fruits and vegetables*, 1st edn. Elsevier, 37-58.

Michel JL (Eds.). 2002. L’organisation pratique. *In* : Le mémoire de fin d’études dans les écoles de commerce. Ellipses, Paris, 77-88.

Thesis

Touré A. 2014. Gestion agronomique et dynamique des mauvaises herbes dans les systèmes de riz de bas fond en Afrique de l'Ouest. Thèse de l'Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 250p.

Reference that can be consulted in electronic format

Blythe S. 1999. An introduction to medicines from plants. [http:// www.rainforesteducation.com/medicines/PlantMedicines/rfmedicines.htm](http://www.rainforesteducation.com/medicines/PlantMedicines/rfmedicines.htm), Accessed 24/03/2015.

OMS. 2014. Premier rapport de l'OMS sur la résistance aux antibiotiques: une menace grave d'ampleur mondiale. <http://www.who.int/mediacentre>, Accessed 16/11/2014.

ILLUSTRATIONS

All illustrations (graphs, drawings or photographs) must be numbered in Arabic numerals and mentioned in numerical order in the text (number in brackets). Each illustration must be supplied in a separate file.

TABLES

Each table must be presented on a separate page, numbered in Arabic numeral and indexed in the text using its number in parenthesis. It must be accompanied by a title (placed above it) and, potentially, explanatory notes (below). It must have simple line spacing.

SUBMISSION OF PAPERS

Papers should be submitted in electronic form through e-mail as attachment, to:

rebpasres.prov@gmail.com

Before a manuscript is submitted, authors must ensure that the text follows carefully the instructions for authors. The journal could reject any article that does not respect its guideline.

After receipt of the manuscript, the editorial board of the journal sees if the article fit into the editorial line. The manuscript is then evaluated by two scientists of known competence in the relevant field. Notification of acceptance, of rejection or of the need for revision will be given to authors. The final manuscript will be approved by the editorial board before sending to the publisher for copy editing.

CORRECTING PROOFS, REPRODUCTION REQUESTS

In the event of full or partial reproduction, in the manuscript, of a document or illustration that has already been published, a written authorization from the publisher and authors must be supplied. The corresponding author will receive the electronic proofs of his or her article in PDF format. Content changes will not be accepted on proofs. Corrections must only be made to the typography. The authors must send back the corrected proofs to the publisher within 48 hours following receipt, at any time throughout the year. If they are not sent back in time, the publisher has the right to print the article without the author's corrections. As soon as the journal is published, reproduction requests must be sent to the publisher.

The corresponding author will receive his or her published article in PDF format.

The publication in the REB-PASRES is completely free of charge.

S O M M A I R E

HIEN V, EHOUMAN NM, TOURE M, TIHO S

Effets des vermicomposts à base de coques de cacao et de tontes de gazon sur la fertilité des sols et la productivité de la tomate (*Solanum lycopersicum*) dans la localité de Yamoussoukro (Centre Côte d'Ivoire)1

COULIBALY S, DRO B, OUATTARA D, SALLA M

Usages et commercialisation de savons traditionnels à base de plantes au Centre-Nord de la Côte d'Ivoire.....9

N'GUESSAN KA, NANGAH KY, ALUI KA

Effet de la densité de plantation et du type de semence sur la croissance et le rendement en feuilles de *Lippia multiflora* Moldenke (Verbenaceae) en Côte d'Ivoire.....21

MUSHAYUMA H, TAMBALA T, MURHULA C, CHAKUPEWA M, NKONZI P, MBIYE R, CIRHUZA S, BUNDUKI J

Effets de la variabilité climatique sur la prévalence des vecteurs de la schistosomiase intestinale dans la zone de santé de Katana, Sud-Kivu, République Démocratique du Congo..... 33

BATUMIKE C, BAGALWA M, NDEGEYI K, BAHIZIRE K, BABWIRIZA K, TAMANI M, BALUKU B

Contribution à l'étude parasitologique des mollusques *Physa acuta* (Gasteropoda : Physidae) dans la région de Katana, Est de la République Démocratique du Congo.....43

MISSAMBA-LOLA AP, NDALLA COTONOU R, LOUMETO JJ

Déterminants écologiques de la résilience des reliques forestières du littoral congolais.....52

AKAFFOU SEV, MÉVANLY O, KOUADIO YJC, GOULI GNANAZAN ZR, TIÉBRÉ MS

Caractérisation de la flore et de la végétation des zones rudérales du Parc national du Banco (Sud Côte d'Ivoire).....64

DIPAMA AK, SAVADOGO S, ZONGO B, DJOMO AN, BOUSSIM JI

Stratégies de conservation et structure des peuplements de *Detarium microcarpum* Guill. & Perr. dans les forêts protégées non aménagées de la province du Ziro (Burkina Faso)..... 81