

REB PASRES

Revue de l'Environnement et de la Biodiversité - PASRES

N°
03



JANVIER-AVRIL 2018

ISSN : 2520 - 3037

Email : rebpasres.prov@gmail.com
<http://www.csrs.ch/pasres>



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	Dr 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 PARES, Secrétaire de séance

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 KONÉ Mamidou Witabouna, UNA Pr OUATTARA Allassane, UNA Dr KADJO Blaise, UFHB Dr KASSI N'Dja Justin, UFHB Dr KONÉ Inza, UFHB Dr TIÉBRÉ Marie Solange, UFHB
DIRECTEUR DE PUBLICATION / EDITORIAL DIRECTOR	Pr ADOHI-KROU Viviane Présidente du Conseil Scientifique

COMITÉ DE LECTURE / PEER REVIEWERS

Pr ADOU YAO Constant Yves, UFHB	Côte d'Ivoire
Pr AKOÉGNINO 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 Caroll 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

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. Après les COPs 21 et 22, 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 (COPs) 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

- ATCHIKPA TM, YEGBEMEY NR, BIO N'GOYE C, AFOUDA AP, YABI AJ**
Perceptions du changement climatique et stratégies d'adaptation des producteurs de maïs au Nord-Bénin.....1
- KOUADIO K, DIBI NH, N'GORAN KSB, OUATTARA SFP**
Diversité des espèces de bois d'œuvre dans l'arboretum du Centre National de Floristique de l'Université Félix Houphouët-Boigny (Côte d'Ivoire).....14
- KASSI AJ-B, BAKAYOKO F, MOBIO ABH, DJAGOUA EVM**
Apport de l'outil « Digital Shoreline Analysis System » de *ArcGIS* pour la caractérisation de la dynamique côtière de l'embouchure du fleuve Bandama à Grand-Lahou (Est de la Côte d'Ivoire).....27
- AKAFFOU MH, ALLALI BK, COULIBALY Z, KONAN KL, CAMARA A, YAO KA, SAWADOGO A, DOSSO M**
Inventaire préliminaire des serpents de la ville de Tengréla et ses alentours (Nord-Ouest, Côte d'Ivoire).....36
- DOSSO K, KOFFI KKS, TIHO S**
Étude préliminaire du peuplement de Coléoptères bousiers inféodés aux excréments de buffles dans la Réserve Scientifique de Lamto (Côte d'Ivoire).....44
- SORO Y, N'DRI AB, BAKAYOKO A, GIGNOUX J**
Analyse de la végétation dans un écotone Forêt-Savane d'Afrique de l'Ouest dans un contexte de boisement des savanes.....54
- GUÉI AM, ZRO FGB, N'DRI JK, SAMOURA A, BAKAYOKO S, TONDOH JE**
Diversité et préférence écologique des peuplements de vers de terre en zone de forêt tropicale humide du Mont Nimba (Guinée, Afrique de l'ouest).....73

PERCEPTIONS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET STRATÉGIES D'ADAPTATION DES PRODUCTEURS DE MAÏS AU NORD-BÉNIN

ATCHIKPA TM^{1,2} *, YEBEMEY NR², BIO N'GOYE C², AFOUDA AP², YABI AJ²

RÉSUMÉ

L'objectif de la présente étude est d'examiner l'effet des stratégies d'adaptations au changement climatique sur la durabilité environnementale des exploitations agricoles productrices de maïs dans le contexte du changement climatique actuel au Nord-Bénin. Une étude exploratoire, participative et dynamique avec les producteurs, a permis de déterminer des indicateurs de durabilité environnementale des exploitations agricoles productrices de maïs au Nord-Bénin. Des données ont été collectées à travers des guides d'entretien en groupe et individuel. Elles sont relatives aux caractéristiques démographiques et socio-économiques des producteurs, aux intrants et extrants de production, aux perceptions du changement climatique et les stratégies d'adaptations adoptées. Une moyenne de 83 producteurs de maïs ont été enquêtés dans chacune des quatre (04) communes visitées; soit un total de 332 producteurs dans l'ensemble de la zone d'étude. Les composantes et indicateurs de durabilité environnementale retenues sont : stratégies d'adaptation liées à la diversification des cultures (35,3 %), stratégies d'adaptation liées au changement du calendrier agricole (32,85 %), stratégies d'adaptation liées aux pratiques religieuses traditionnelles et rituelles et autres (24,9 %), et enfin stratégies d'adaptation liées au changement des pratiques culturelles (6,95 %). L'indice moyen relatif à chacun de ces indicateurs a été estimé et analysé par rapport à des échelles de mesures définies dans le cadre de l'étude. Les résultats obtenus amènent à conclure que la production du maïs n'est pas durable d'un point de vue environnemental dans le contexte du changement climatique au Nord-Bénin.

Mots clés : Adaptation, Changement climatique, Indicateurs, Durabilité environnementale

PERCEPTIONS OF CLIMATE CHANGE AND ADAPTATION STRATEGIES OF MAIZE PRODUCERS IN THE NORTHERN BENIN

ABSTRACT

The objective of this study is to examine the impact of climate change adaptation strategies on the environmental sustainability of maize-producing farms in the context of current climate change in northern Benin. An exploratory, participatory and dynamic study with the producers allowed us to determine indicators of environmental sustainability of maize-producing farms in North Benin. Data was collected through group and individual interview guides. They relate to the demographic and socio-economic characteristics of producers, inputs and outputs of production, perceptions of climate change and adaptation strategies adopted. An average of 83 maize producers were surveyed in each of the four (04) districts; a total of 332 producers across the study area. Components and indicators of environmental sustainability retained are: adaptation strategies related to crop diversification (35.3%), adaptation strategies related to the change in the agricultural calendar (32.85%), adaptation strategies related to traditional religious and ritual practices and other (24.9%) and finally adaptation strategies related to change cultural practices (6.95%). The average index for each of these indicators was estimated and analyzed against the scales of measures defined in the study. The results suggest that maize production is not environmentally sustainable in the context of climate change in Northern Benin.

Key words : Adaptation, Climate change, Indicators, Environmental sustainability

¹Cheikh Anta Diop University, WASCAL (West African Science Service Center on Climate Change and Adapted Land Use) - Graduate Research Program-Climate Change and Economics, BP 5683, Senegal, Dakar.

²Laboratoire d'Analyse et de Recherche sur les Dynamiques Économique et Sociale (LARDES), Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Bénin ; BP 123 Parakou, République du Bénin

*Auteur de correspondance : michelatchikpa@gmail.com

Introduction

Le changement climatique est un grand défi avec de nombreux impacts environnementaux et socio-économiques en Afrique. En effet, ce continent se trouve être soumis à un climat fortement variable et imprévisible. Plusieurs de ses systèmes de production ne répondent plus aux pressions actuelles du climat. Ominde et Juma (1991) ont déjà souligné la grande vulnérabilité de ce continent face au changement climatique en raison d'une forte dépendance agricole et d'une capacité d'adaptation limitée.

Dans ces pays en général, l'agriculture qui est la principale source de subsistance des deux tiers de la population active est affectée par le changement de climatique (Agbossou *et al.*, 2012). Les petits agriculteurs sont les plus vulnérables aux risques climatiques avec un niveau d'exposition de 75 % (Aho *et al.*, 2006). Les conséquences du changement climatique sur ces populations sont importantes et multiples. Il s'agit souvent de perte en vies humaines, péril hydrique et fécal majeur, nombre d'accès palustres élevé, pertes de récolte, variabilité de la production, faible productivité (Houndénou, 1999 ; Ogouwalé, 2001). De même, Brown *et al.* (2007) révèlent qu'avec le changement climatique, les rendements de certaines cultures comme le maïs peuvent être réduits. En effet, dans leurs études, ces auteurs soutiennent que la production de maïs connaîtrait alors une baisse de 6,9% en 2020 ; ce qui affecterait la culture de cette plante, qui est la première céréale cultivée. Selon MEHU (2011), au Bénin les niveaux de rendements de certaines cultures comme le maïs, le manioc, le haricot, le coton etc., diminueront entre 3 et 18% d'ici 2025, en raison du changement climatique. Dans cette même dynamique, il est relevé que les variations du bilan hydrique ne compromettent pas encore dangereusement le bouclage du cycle du maïs (Aho *et al.*, 2006). En outre, ces auteurs précisent que si le rythme des variations persiste, la production nationale de maïs sera hypothéquée au Bénin. Les travaux antérieurs existants sur la production du maïs ont révélé que sa production a enregistré une hausse importante au cours des quarante dernières années (Adégbola *et al.*, 2011). Cette augmentation serait due à une forte

délocalisation de la production du maïs vers les régions du Borgou et de l'Atacora, au nord du Bénin. En effet, avec une production d'environ 8 % au début des années 70, les régions du Nord-Bénin totalisent en 2009, près de 35 % de la production nationale avec une forte progression pour le département du Borgou. Cette délocalisation d'une grande partie de la production du maïs du Sud-Bénin vers le Nord-Bénin a été accentuée ces dernières années avec la chute de la production du coton (Adégbola *et al.*, 2011).

La solution préconisée pour réduire les impacts du changement climatique sur l'agriculture en général et la production de maïs en particulier est de renforcer ou de promouvoir des stratégies d'adaptation des producteurs pour favoriser la durabilité de l'agriculture. Plusieurs travaux ont exploré l'adaptation des producteurs au changement climatique en agriculture (Aho *et al.*, 2006 ; Ogouwalé, 2006 ; Gnanglè *et al.*, 2009).

Hormis l'adoption de ces stratégies, l'accent doit être mis sur leurs efficacités à long terme. Il s'agit d'une adaptation durable, identifiée et considérée comme une solution durable et profitable (Van Passel *et al.*, 2007). Une agriculture durable pouvant répondre simultanément aux objectifs économiques, environnementaux et sociaux (Gafsi *et al.*, 2006).

Cependant, l'accent est très peu mis sur la durabilité de l'agriculture dans un contexte de changement climatique. Dans les meilleurs cas, la durabilité est analysée qualitativement ou simplement ramenée aux calculs de rentabilité (Tilman *et al.*, 2002; Maddison, 2006; Deressa *et al.*, 2009). De ce fait, les aspects environnementaux sont négligés. Partant de cette situation, il ressort qu'il pourrait ne pas exister d'indicateurs ou de cadre de mesure de cette forme de durabilité. Par conséquent, la présente étude vise à mesurer la durabilité environnementale actuelle de l'agriculture dans un contexte d'adaptation au changement climatique. Ainsi, elle contribuera à identifier l'effet des différentes stratégies d'adaptation au changement climatique sur la durabilité environnementale des exploitations productrices de maïs au Nord-Bénin à travers une démarche participative et dynamique associant les producteurs.

Matériel et Méthodes

Présentation de la zone d'étude

La zone d'étude est le Nord du Bénin. Ce choix part du fait que les prévisions climatiques indiquent que le Nord du Bénin est la localité la plus vulnérable du pays (PANA-Bénin, 2008) ; et pourtant la production agricole y est concentrée. Elle compte quatre zones agroécologiques sur les huit que compte le pays. Cette localité est caractérisée par deux saisons ; une saison sèche et une saison pluvieuse. Le Nord-Bénin est subdivisé en (04) quatre départements que sont : Borgou, Alibori, Atacora et Donga et organisé en 4 zones agroécologiques. Il représente 73 % de la superficie nationale et se situe entre 8°30

et 12°20 Latitude – Nord et entre 1°00 et 3°90 Longitude-Est.

Dans cette étude, une commune représentative a été retenue par zone agroécologique. Il s'agit des communes de Malanville, de Banikoara, de Bembéréké et de Natitingou (Figure 1). Dans chaque commune, deux (02) villages représentatifs ont été choisis avec l'aide des agents du Centre Communal pour la Promotion Agricole (CeCPA). Ainsi les villages de Koaratédji et Isséné à Malanville, Bonhanrou et Ounet à Banikoara, Guéré et Pèdarou à Bembéréké et Takonta et Pam-Pam à Natitingou ont été pris en compte dans l'étude.

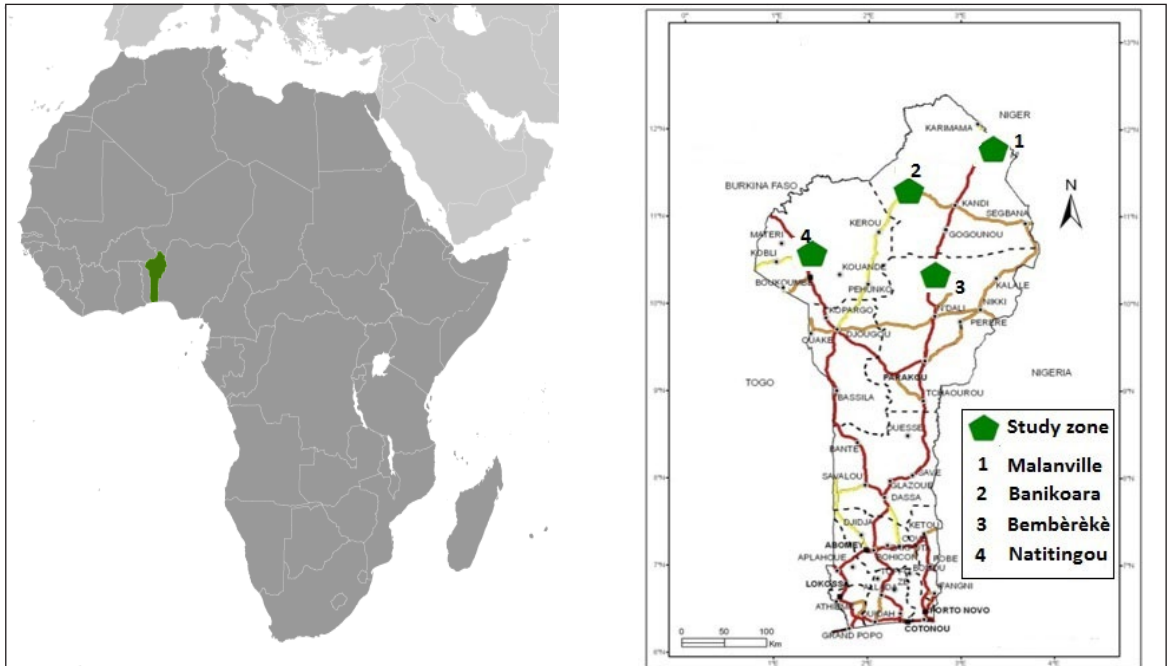


Figure 1 : Carte de la zone d'étude

Méthodes

Echantillonnage et collecte de données

Les exploitations productrices de maïs étaient les unités d'observation. Trois cents trente-deux (332) chefs d'exploitation agricoles (producteurs) ont été choisis au hasard et enquêtés, soit une moyenne de 41 producteurs par village et donc 83 par commune. La méthodologie plurielle combinant les approches quantitative et qualitative a été utilisée pour la collecte

des données. Les données collectées portent d'une part sur les caractéristiques sociodémographiques et économiques des producteurs (âge, sexe, niveau d'éducation, groupe socioculturel, accès aux conseils de vulgarisation, taille du ménage, expérience dans l'agriculture, superficie emblavée) et sur la perception paysanne du changement climatique d'autre part. Les instruments de collecte utilisés pour recueillir les données relatives aux degrés de perception du changement climatique étaient un

questionnaire individuel et des entretiens semi-structurés. En effet, des questions de type échelle de Likert variant entre 1 et 5 (1= très faiblement, 2= faiblement 3= moyennement, 4= fortement et 5= très fortement) ont été utilisées pour appréhender les niveaux de perceptions des différents producteurs du changement climatique.

Les données ont été collectées par des entretiens structurés, réalisés au niveau des ménages enquêtés et des discussions informelles avec des informateurs clés et un focus groupe par village d'étude. Enfin, des observations et la triangulation des informations ont été utilisées pour s'assurer de la véracité des informations recueillies.

Détermination des composantes et indicateurs de la durabilité environnementale

Un cadre d'évaluation de durabilité exige l'intégration d'une approche holistique et des objectifs de concurrence (Van de Fliert et Braun, 2002; Gafsi *et al.*, 2006). Cette approche doit tenir compte de l'adoption des stratégies bénéfiques et à long terme par le biais de la définition de certains indicateurs pertinents de durabilité environnementale. De toute évidence, ces rapports sociaux influencent le choix des systèmes de culture pratiqués par les agriculteurs et les résultats économiques obtenus dans les exploitations (CIRAD-GRET, 2009). Aussi, Hayati *et al.* (2010), au cours de leurs travaux ont conclu que la durabilité de l'agriculture en général, celle environnementale et sociale en particulier peut se mesurer aux moyens de composantes et d'indicateurs.

À partir de ces fondements théoriques, la durabilité environnementale étant directement en corrélation avec les pratiques agricoles du producteur, il a été identifié et pris en compte dans la présente étude à travers une démarche dynamique et participative, un certain nombre d'indicateurs de durabilité environnementale propres aux producteurs.

En effet, en vue de parvenir à la détermination du niveau de durabilité environnementale de la production de maïs dans la zone de l'étude dans le contexte de changement climatique,

une phase exploratoire a été réalisée. Cette dernière a pour objectif de déterminer en utilisant une approche dynamique et participative, les principaux indicateurs environnementaux qui traduisent la durabilité environnementale des exploitations agricoles productrices de maïs au Nord Bénin. De manière pratique, quatre (4) focus groupes associant les producteurs ont été organisés à l'échelle villageoise pour la définition de composantes et d'indicateurs ainsi que des échelles de mesures et des seuils de durabilité environnementale. De ces focus groupes, il en ressort que la durabilité environnementale peut se mesurer au moyen de plusieurs composantes et indicateurs propres aux producteurs. Ces composantes et indicateurs ainsi que les données nécessaires pour leur mesure sont consignées dans le tableau 1.

Signalons que le choix de chacun de ces composantes et indicateurs de durabilité environnementale était participatif et bien justifié par les producteurs et était confirmé après la triangulation des informations.

Calcul des indices de durabilité des différentes composantes et indicateurs

Après la définition participative des composantes et indicateurs, les indices de toutes les composantes de durabilité ont été déterminés. Ensuite, se basant sur des suggestions des producteurs, des contextes socio-économiques et environnementaux du pays et sur la littérature existante, des valeurs seuils de durabilité environnementale ont été fixées et estimées pour chacun de ces indicateurs identifiés sur la base des réponses des producteurs. Ainsi, les réponses ont varié d'une région à une autre et d'un producteur à un autre. La synthèse des réponses ont permis d'avoir des intervalles de valeurs relatives à chaque indicateur. Enfin, dans le but de rendre facile la comparaison des indicateurs entre eux, une échelle identique des scores de durabilité environnementale a été définie et appliquée à chaque indicateur. Ce faisant, la différence entre les scores d'un indicateur à un autre, réside dans les valeurs seuils qu'ils renferment.

Tableau 1 : Composantes et indicateurs de cadre de mesure de durabilité environnementale

Composantes	Indicateurs	Données nécessaires
Fertilité du sol	Exploitation continue des terres	Nombre d'années d'exploitation continue
	Dose d'engrais	Quantité d'engrais utilisée Superficie emblavée
	Dose de pesticides	Quantité de pesticides utilisée Superficie emblavée
Dégradation des terres arables	Niveau d'érosion des sols	Superficie emblavée Superficie maximale de sol érodé
	Densité des arbres/ha	Superficie emblavée Nombre d'arbres/ha
Qualité des semences	Cycle de renouvellement des semences	Nombre d'années pour renouveler les semences
Rotation/Association des cultures	Diversité des cultures	Nombre de cultures impliquées dans le système de production du maïs
	Cycle de rotation	Durée du cycle de rotation

Le précédent tableau révèle les différentes composantes de durabilité environnementale retenues de façon participative avec les producteurs de la zone d'étude au cours de la phase exploratoire lors des différents focus groups. En effet, pour savoir si une exploitation agricole est durable de point de vue environnemental, les composantes ci-après doivent être prises en compte.

- Le niveau de dégradation du sol

Selon les producteurs, cela peut se remarquer par le pourcentage de la surface cultivée érodée qui peut aller de 5 à 10 % d'une exploitation à l'autre. Pour les producteurs, si plus de 10% de cette surface est érodée on conclut que l'exploitation n'est pas durable.

- Le niveau de fertilité du sol

Il est caractérisé, selon les producteurs par la densité d'arbres présents sur le sol, le niveau de d'infestation par maladie et le degré d'envahissement des mauvaises herbes. Pour eux, il va falloir avoir au moins 12 pieds d'arbres sur un hectare exploité avant de dire que l'exploitation est durable du point de vue environnemental.

- Le niveau d'utilisation d'engrais

Il s'agissait de voir si le producteur est en dessous ou au-dessus ou utilise exactement les doses recommandées par les CeCPA (Centre Communal pour la Promotion Agricole). Précisons que ces doses varient d'une commune à une autre : à Bembéréké il est recommandé 3 sacs de 50 kg de NPK

+ 1 sac de 50 kg d'Urée par hectare ; 2 sacs de 50 kg de NPK + 1 sac de 50 kg d'Urée par hectare à Natitingou. En dessous ou au-dessus de ces différentes doses, l'exploitation n'est pas durable.

- Le niveau d'utilisation de pesticides

Il s'agissait de voir si le producteur est en dessous ou au-dessus ou utilise exactement les doses recommandées par les CeCPA (Centre Communal pour la Promotion Agricole) qui sont de 3 L/ha. Les types de pesticides répertoriés sont : Califor G, Atraforce, Atrazine, Atraz et le Glyphosate.

- Le niveau de rotation des cultures

Selon les producteurs, le cycle de rotation des cultures doit être de 3 ans dans les deux communes et lorsque cela n'est pas respecté on peut déduire que le producteur est confronté au problème d'indisponibilité d'assez de terres cultivables et donc qu'il développe des stratégies d'adaptation pour une agriculture durable. Les types de rotation énumérées sont : coton/maïs/sorgho/arachide ; maïs/coton/manioc/niébé.

- Le niveau de renouvellement des semences

Selon les producteurs des communes concernés, il faut renouveler chaque deux ans les semences. Si cette durée n'est pas respectée (soit en moins ou en plus); c'est que probablement la semence n'est pas de bonne qualité et là l'exploitation est dite non durable.

Pour déterminer ainsi la durabilité environnementale de la production de maïs à travers les différentes stratégies d'adaptation au changement climatique, des données ont été collectées au cours de la phase approfondie de l'étude ou phase d'enquête.

Analyses statistiques des données

Deux types d'analyses statistiques ont été utilisés, les analyses descriptives et les tests d'hypothèses (Test de Khi-deux). Les analyses

descriptives ont concerné les diagrammes en bâton, les graphiques en radar etc. Des valeurs de la durabilité environnementale ont été déterminées. Quant au test de Khi-deux (χ^2), il a été utilisé pour établir une relation entre les producteurs et leurs perceptions par rapport aux différentes stratégies d'adaptation au changement climatique. La plus petite différence significative a été fixée au seuil de 0,10. Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel STATA 11.

Résultats

Caractéristiques démographiques et socio-économiques des producteurs

Dans la zone d'étude, la taille moyenne des ménages est d'environ 12 personnes. La production du maïs est pratiquée en majorité par les hommes, avec en moyenne 11,5 ha (Tableaux 2 et 3). Les chefs des exploitations agricoles productrices de maïs enquêtés ont en moyenne 39 ans et travaillent chacun avec en moyenne sept actifs agricoles constituant majoritairement la force de travail de chaque ménage. Le niveau

d'éducation des producteurs enquêtés est relativement faible. Pour répondre à certaines difficultés (production, conservation, commercialisation, etc.), des producteurs se constituent souvent en groupement afin de bénéficier des appuis d'autres partenaires. Ainsi 69 % des producteurs enquêtés dans cette étude, appartiennent à un groupement de producteurs. Seulement 21 % des producteurs ont accès au crédit agricole formel octroyé par les structures de la place. Le montant de ce crédit varie de 20.000 à 5.000.000 F CFA avec un taux d'intérêt de 24 % du capital initial.

Tableau 2 : Caractéristiques socio-économiques et démographiques des producteurs

Variables qualitatives	Modalités	Fréquences absolues (Fréquences relatives en %)
Sexe	Masculin	331 (92,56)
	Féminin	25 (7,44)
Niveau d'éducation	Aucun	176 (52,38)
	Primaire	91 (27,08)
	Secondaire	67 (19,94)
	Autres	2 (0,60)
Appartenance à une organisation paysanne (OP)	Oui	230 (68,45)
Contact /services de vulgarisation	Oui	186 (54,76)
Accès au crédit	Oui	69 (20,54)

Tableau 3 : Caractéristiques socio-économiques et démographiques des producteurs

Variables quantitatives	Moyenne	Ecart-Type
Age (années)	39	±11
Nombre d'actifs agricoles	7	±5
Superficie totale emblavée (ha)	11,55	±10,61
Taille du ménage (personnes)	12,44	±8,27

Perception paysanne globale du changement climatique

Les perceptions de producteurs du changement climatique sont : diminution de la quantité de précipitations, le changement de la synchronisation des pluies, le changement de la fréquence des sécheresses ou des inondations, le changement de la durée des saisons et l'augmentation de la température. À travers les fréquences de chaque perception, la diminution de la quantité de précipitation (97,02 %) et la synchronisation des pluies (96,72 %) sont les perceptions les plus importantes dans la zone d'étude, suivies de la durée des saisons (92,55 %) et de la fréquence des inondations et de la sécheresse (86,60 %) (Tableau 4). Quarante-vingt-neuf pourcent (89 %) des

chefs de ménages enquêtés ont perçu un changement de la température puisqu'ils affirment remarquer une augmentation de la température et une oscillation marquée de température pendant des périodes spécifiques, avec plus ou moins les mêmes fréquences (Figure 2). Le principal indicateur, est la diminution de la quantité de précipitation qui se caractérise par la baisse du niveau d'eau ou le tarissement des cours d'eau situés à proximité des villages d'étude. Par ailleurs, 83 % des chefs de ménages enquêtés ont remarqué la violence des vents qui soufflent actuellement et 52 % l'apparition ou la disparition de certains animaux (hippopotame, phacochère, biche, éléphant, crabe, rat, agouti, etc.) ou végétaux (néré, karité, caïlcédrat, etc.).

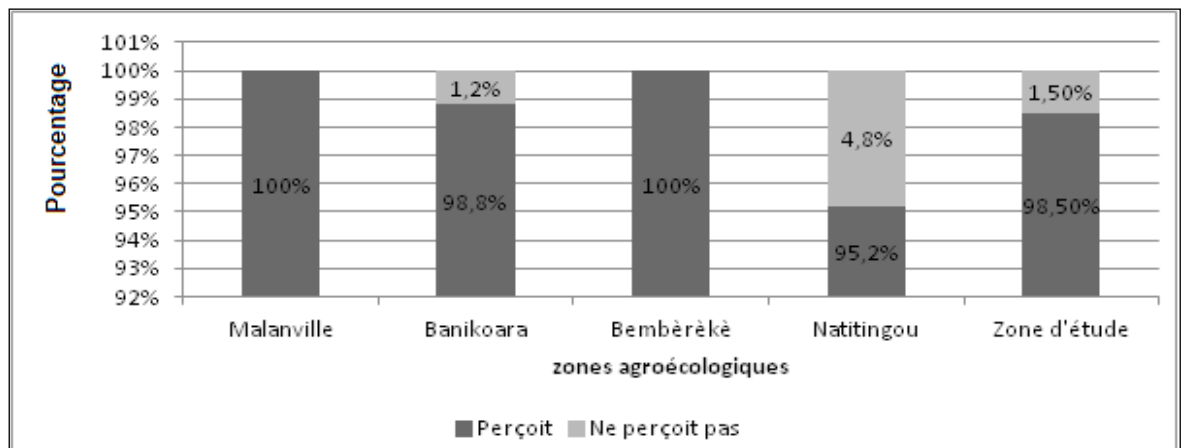


Figure 2 : Pourcentage des producteurs enquêtés percevant ou non les changements climatiques

Tableau 4 : Perception des producteurs de quelques paramètres du changement climatique

	Perceptions liées à la température		Perceptions liées à la pluie				Autres perceptions	
	Augmentation de la température	Oscillation de la température	Diminution des pluies	Synchronisation des pluies	Fréquence des inondations et sécheresses	Durée des saisons	Vents plus forts	Apparition / disparition des espèces végétales ou animales
Malanville	68(79,07)	67(77,91)	86(100)	86(100)	74(86,05)	83(96,51)	85(98,84)	21(24,42)
Banikoara	72(86,75)	77(92,77)	83(100)	83(100)	69(83,13)	71(85,54)	80(96,39)	36(43,37)
Bembèrèkè	81(97,59)	80(96,38)	82(98,80)	82(98,80)	82(98,80)	82(98,80)	81(97,59)	79(95,18)
Natitingou	57(71,25)	58(72,50)	75(93,75)	74(92,50)	66(82,50)	75(93,75)	67(83,75)	39(48,75)
Zone d'étude	278(83,73)	277(84,94)	326(98,19)	325(96,72)	291(87,65)	311(93,67)	313(94,28)	175(52,71)
Paramètres statistiques du test de khi-deux								
dl	3	3	3	3	3	3	3	3
χ^2	22,78	25,48	12,18	15,24	13,25	14,11	22,12	91,08
P	< 0,001	< 0,001	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,001	< 0,001

Note : Les valeurs entre parenthèses sont des fréquences relatives (N = 332)

Stratégies d'adaptation développées par les producteurs

Les stratégies d'adaptation sont représentées par la manière dont les individus combinent et utilisent leurs capitaux pour atteindre leurs objectifs, ou arrivent aux résultats escomptés à savoir une amélioration du bien-être, une réduction de la vulnérabilité, une amélioration de la sécurité alimentaire, un accroissement du revenu, une utilisation

durable des ressources naturelles. Quarante-vingt-onze pourcent (91 %) des producteurs ayant perçu le changement climatique s'adaptent significativement (Tableau 5). En effet, les stratégies d'adaptation les plus utilisées par les producteurs sont la diversification des cultures et le changement de calendrier agricole avec respectivement pour fréquence relative 35,3 % et 32,85 % (Tableaux 6, 7, 8 et 9).

Tableau 5 : Perception des producteurs par rapport aux pratiques agricoles et culturelles liées aux stratégies d'adaptation dans la zone d'étude

Communes	Stratégies d'adaptation au changement climatique sur les dix dernières années		Effectifs
	Adaptées (%)		
	Non	Oui	
Malanville	1,5	24,4	86
Banikoara	1,5	23,5	83
Bembéréké	1,8	23,2	83
Natitingou	3,9	20,2	80
Total	8,7	91,3	332
Paramètres statistiques du test de khi-deux			
dl	3		
χ^2	7,589		
P	< 0,10		

NB : « Pas adaptées » veut dire n'ajuste pas les pratiques agricoles et culturelles parce qu'ayant perçu le changement climatique mais « Adaptées » veut signifier que c'est à cause du changement climatique que le producteur X a ajusté ou ajuste ses pratiques agricoles ou culturelles.

Tableau 6 : Perception des producteurs par rapport aux stratégies d'adaptation liées au changement du calendrier agricole dans la zone d'étude

Communes	Stratégies d'adaptation liées au changement du calendrier agricole (32,85%) ¹								Effectifs
	Différentes dates de semis (%)		Double semis (%)		Changement dans l'utilisation des intrants (Engrais, pesticides) (%)		Raccourcissement des périodes de semis (%)		
	Adaptées		Adaptées		Adaptées		Adaptées		
	NON	OUI	NON	OUI	NON	OUI	NON	OUI	
Malanville	1,9	24,4	26,3	0	4,9	21,4	1,3	25	86
Banikoara	1	24,4	25,3	0	6,2	19,2	4,2	21,1	83
Bembéréké	5,5	19,5	11,4	13,6	17,2	7,8	4,5	20,5	83
Natitingou	7,5	15,9	14,6	8,8	17,2	6,2	13	10,4	80
Total	15,9	84,1	77,6	22,4	45,5	54,5	23,1	76,9	332
Paramètres statistiques du test de khi-deux									
dl	3		3		3		3		
χ^2	28,889		101,107		77,698		77,698		
P	< 0,001		< 0,001		< 0,001		< 0,001		

1 = moyenne des producteurs de toute la zone d'étude qui adaptent le groupe de stratégies

Tableau 7: Perception des producteurs par rapport aux stratégies d'adaptation liées à la diversification des cultures dans la zone d'étude

Communes	Stratégies d'adaptation liées à la diversification des cultures (35,3%) ¹				
	Différentes cultures (%)		Différentes variétés (%)		Effectifs
	Adaptées		Adaptées		
	Non	Oui	Non	Oui	
Malanville	18,8	7,5	22,7	3,6	86
Banikoara	14,6	10,7	22,1	3,2	83
Bembéréké	14,6	10,4	9,4	15,6	83
Natitingou	14,3	9,1	10,7	12,7	80
Total	62,3	37,7	64,9	35,1	332
Paramètres statistiques du test de khi-deux					
dl	3		3		
χ^2	4,224		70,062		
P	0,228		< 0,001		

1= moyenne des producteurs de toute la zone d'étude qui adaptent le groupe de stratégies

Tableau 8: Statistique descriptive des stratégies d'adaptation liées au changement de pratiques culturelles dans la zone d'étude

Communes	Stratégies d'adaptation liées au changement des pratiques culturelles (6,95 %) ¹										
	Rotation culturale (%)		Agriculture à l'élevage (e %)		Production à la non production (%)		Changement de terres (%)		Augmentation de l'irrigation (%)		Effectifs
	Adaptées		Adaptées		Adaptées		Adaptées		Adaptées		
	NON	OUI	NON	OUI	NON	OUI	NON	OUI	NON	OUI	
Malanville	25,6	0,6	26,3	0	26,3	0	25	1,3	26,3	0	86
Banikoara	24,7	0,6	25,3	0	25,3	0	23,7	1,6	25,3	0	83
Bembéréké	21,1	3,9	24,4	0,6	23,4	1,6	22,7	2,3	24,4	0,6	83
Natitingou	17,5	5,8	23,4	0	22,4	1	16,6	6,8	22,4	1	80
Total	89	11	99,4	0,6	97,4	2,6	88	12	97,4	1,6	332
Paramètres statistiques du test de khi-deux											
dl	3		3		3		3		3		
χ^2	27,673		6,039		9,561		26,818		5,997		
P	< 0,001		0,11		< 0,05		< 0,001		0,112		

1= moyenne des producteurs de toute la zone d'étude qui adaptent le groupe de stratégies

Tableau 9: Statistique descriptive des stratégies d'adaptation liées aux pratiques religieuses / traditionnelle dans la zone d'étude

Communes	Stratégies d'adaptation liées aux pratiques religieuses traditionnelles et rituelles et autres (24,9%)						
	Prières ou rituels traditionnels (%)		Crédit (%)		Migrations (%)		Effectifs
	Adaptées		Adaptées		Adaptées		
	NON	OUI	NON	OUI	NON	OUI	
Malanville	1,6	24,7	24,4	1,9	26,4	0	86
Banikoara	1	24,4	23,4	1,9	25,4	0	83
Bembéréké	17,9	7,1	20,8	4,2	24,4	0,3	83
Natitingou	15,3	8,1	22,1	1,3	22,8	0,7	80
Total	35,7	64,3	90,6	9,4	99	1	332
Paramètres statistiques du test de khi-deux							
dl	3		3		3		
χ^2	135,478		6,947		4,071		
P	< 0,001		< 0,10		0,254		

Durabilité environnementale de la production de maïs

Le tableau 10 présente les niveaux de variations des différents indicateurs avec la

grille des scores selon chaque variable de même que les valeurs seuils de durabilité environnementale de la production du maïs dans la zone d'étude.

Tableau 10 : Indicateurs et scores de durabilité économique définis dans la zone d'étude

Indicateurs (unité de mesure)	Scores	Très faible (1)	Faible (2)	Moyen (3)	Elevé (4)	Très élevé (5)
Durée d'exploitation continue (années)	> 16	[12 - 16]	[08 - 12]	[04 - 08]	< 04	
Dose d'engrais (kg/ha)	> 400	[300 - 400]	[200 - 300]	[100 - 200]	< 100	
Dose de Pesticides (L/ha)	> 05	[04 - 05]	[03 - 04]	[02 - 03]	< 02	
Niveau d'érosion du sol (%)	> 20	[15 - 20]	[10 - 15]	[05 - 10]	< 05	
Densité des arbres (nombre d'arbre/ha)	< 04	[04 - 08]	[08 - 12]] 12 - 16]	> 16	
Cycle de renouvellement des semences (années)	> 04	[03 - 04]	[02 - 03]	[01 - 02]	< 01	
Diversité des cultures (nombre de culture)	< 02	[02 - 03]	[03 - 04]] 04 - 05]	> 05	
Cycle de rotation (années)	< 01	[01 - 02]	[02 - 03]] 03 - 04]	> 04	

De l'analyse du tableau, il ressort que l'agriculture dans le Nord-Bénin n'est pas durable du point de vue environnemental. En effet, toutes les valeurs moyennes des scores (indices) des indicateurs de durabilité environnementale identifiés sont sensiblement égales à la valeur seuil de durabilité environnementale fixée (3). Toutefois, selon certains indicateurs ou composantes de durabilité environnementale explorés, la production de maïs est durable.

La figure 3 illustre le niveau de durabilité environnementale des exploitations agricoles productrices de maïs au Nord-Bénin. Elle présente les scores ou indices moyens des composantes obtenus avec leurs valeurs limites. Tous les indicateurs ayant un indice compris entre 0 et 2,99 sont non durables ; 3 étant la zone moyenne de durabilité et les indicateurs ayant des indices entre 3 et 5 sont durables.

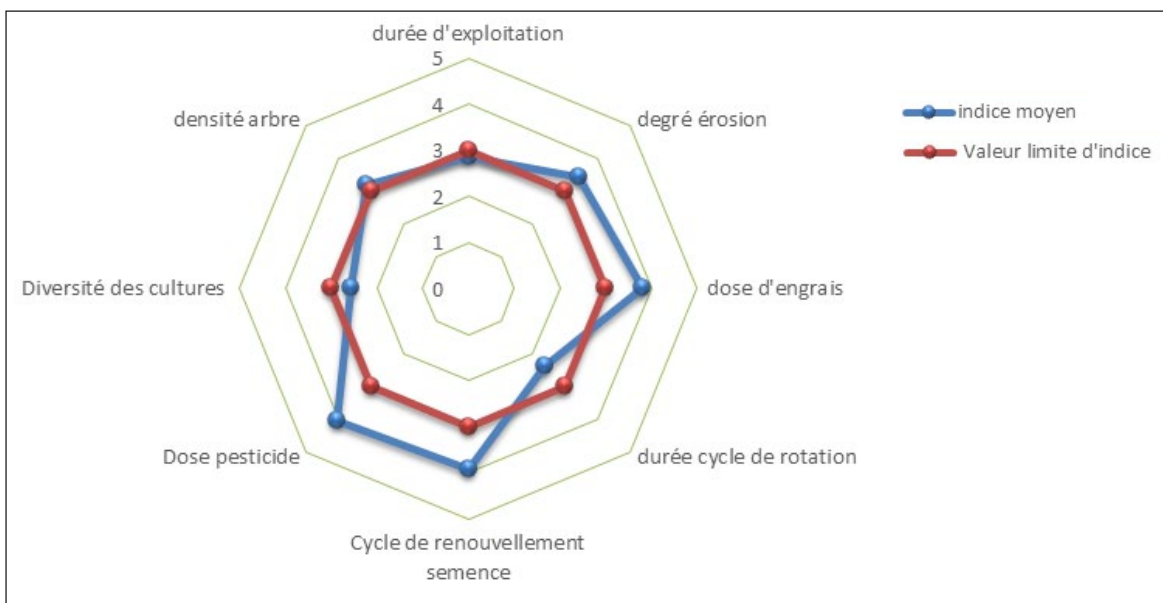


Figure 3: Niveau de durabilité environnementale des exploitations agricoles productrices de maïs au Nord-Bénin

Discussion

La plupart du temps, le changement climatique se réfère à la variabilité des facteurs environnementaux tels que les précipitations et la température (Gbetibouo *et al.*, 2009), le vent (Mertz *et al.*, 2009), l'extinction de déplacement et dans la composition des espèces végétales (Bhusal, 2009). De nombreuses études ont déjà prouvé les perceptions paysannes des changements climatiques (Maddison, 2006 ; Gbetibouo *et al.*, 2009 ; Gnanglè *et al.*, 2011). Ainsi, pour faire face aux effets néfastes du changement climatique, les producteurs du Nord-Bénin développent des stratégies d'adaptation, pour garantir des récoltes pouvant subvenir aux besoins de la famille. Par conséquent, ils optent pour des ajustements et modifications dans les pratiques culturales. Pour eux, l'adaptation est capitale du fait de leur dépendance à une agriculture de type pluviale. La comparaison des anciens calendriers agricoles et des calendriers actuels montre clairement que la plupart des semis étaient concentrés aux mois de juin et juillet, il y a dix à quinze ans. Actuellement, on assiste à une répartition des semis sur les mois de mai, juin, juillet et même jusqu'à août. Il est aussi fortement remarqué, l'introduction de nouvelles cultures. Des anciennes cultures, notamment le petit mil et le maïs rouge, ont été remplacés par d'autres cultures telles que le manioc, l'igname et le sorgho qui sont moins sensibles aux conditions climatiques et environnementales actuelles. Ainsi, ils utilisent de plus en plus des cultures à cycle court pour s'adapter à la réduction de la saison pluvieuse. Les cultures à cycle court concernent surtout le maïs et le riz, mais aussi d'autres cultures comme l'arachide ou le Voandzou dans le but de diversifier les cultures pour assurer la sécurité alimentaire durant toute l'année. Enfin, l'augmentation des différentes doses d'engrais et de pesticides était proposée comme solution pour avoir de bons rendements. Sur la base de ces stratégies d'adaptation développées

face aux différentes perceptions du changement climatique dans la zone d'étude, les composantes et les indicateurs identifiés lors de cette étude confirment la démarche méthodologique de Ghera *et al.* (2002) et Gafsi *et al.* (2006). En effet, lors des différentes recherches sur la durabilité des exploitations agricoles en Argentine, il ressort que les décisions des exploitants avaient un impact plus important que le type de territoire, pour expliquer la variabilité de la durabilité au sein de l'échantillon d'exploitations (Ghera *et al.*, 2002). De ce fait, selon eux, la participation des agriculteurs à la création des indicateurs de durabilité est primordiale étant donné l'impact de leurs décisions sur la durabilité de leur exploitation. Il semble donc très opportun pour définir les indicateurs de durabilité environnementale d'impliquer les producteurs. Les résultats obtenus de ce travail confirment ceux de Van Der Werf et Petit (2002) qui à l'issue de leurs travaux conclurent que les indicateurs à utiliser pour déterminer la durabilité de l'agriculture dans une région, doivent être propres à la réalité de la région. Il s'avère donc indispensable de définir le niveau de durabilité environnementale dans le contexte du changement climatique actuel dans la zone d'étude. Aussi, nos indicateurs de durabilité environnementale utilisés sont ceux utilisés par Van Der Werf et Petit (2002) dans leurs études. En effet, dans la présente étude, pour traduire la durabilité environnementale des systèmes de production de maïs, les indices moyens des composantes de la dimension environnementale de l'agriculture et les valeurs limites d'indice ont été estimés. L'indice moyen est fixé à 3 et varie normalement de 1 à 5. Les résultats obtenus sont identiques à ceux de Hayati *et al.* (2010) car les indicateurs utilisés dans cette étude sont conformes à ceux qu'ils ont évoqués et utilisés dans leur étude sur la mesure de la durabilité de l'agriculture en suivant une approche participative.

Conclusion

L'étude ethnosociologique réalisée montre que les producteurs enquêtés dans le Nord-Bénin perçoivent et apprécient différemment le changement climatique. En effet, cette perception diffère d'une commune à une autre et varie d'une exploitation à une autre à travers non seulement les variations pluviométriques, thermiques et des vents violents, mais aussi par la disparition et/ou l'apparition de quelques espèces végétales et animales. Face à cette situation, les

producteurs développent des stratégies d'adaptation par la combinaison de plusieurs facteurs de production afin d'améliorer le rendement.

Pour mesurer la durabilité environnementale, une démarche participative et constructive reposant sur des indicateurs fut adoptée. Il en ressort que les stratégies d'adaptations développées par les producteurs pour la production de maïs ne sont pas durables d'un point de vue environnemental.

Références Bibliographiques

- Adégbola YP, Arouna A, Houedjissin RC. 2011. Analyse des perceptions paysannes des problèmes et des systèmes de stockage du maïs au Sud-Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, Numéro spécial 2 : 33-42.
- Agbossou EK, Toukon C, Akponikpè PBI, Afouda A. 2012. Climate variability and implications for maize production in Benin: A stochastic rainfall analysis. *African Crop Science Journal*, 20: 493-503.
- Aho N, Boko M, Afouda A. 2006. Évaluation concertée de la vulnérabilité aux variations actuelles du climat et aux phénomènes météorologiques extrêmes. PANA/Bénin, 93p.
- Bhusal, Y. 2009. Local peoples' perceptions on climate change, its impacts and adaptation measures in mid-mountain region of Nepal (a case study from Kaski district). Thesis of Tribhuvan University, Népal, 21p.
- Brown O, Hammill A, McLeman R. 2007. Climate change as the 'new' security threat: implications for Africa. *International affairs*, 83(6) : 1141-1154.
- CIRAD-GRET (2009). Mémento de l'Agronome, Ministère des Affaires étrangères, Editions Quae, Paris, 1691p.
- Deressa TT, Hassan RM, Ringler C, Alemu T, Yesuf M. 2009. Determinants of farmers' choice of adaptation methods to climate change in the Nile Basin of Ethiopia. *Global Environmental Change*, 19: 248-255.
- Gafsi M, Legagneux B, Nguyen G, Robin P. 2006. Towards sustainable farming systems: Effectiveness and deficiency of the French procedure of sustainable agriculture. *Agricultural Systems*, 90: 226-242.
- Gbetibouo GA. 2009. Understanding farmers' perceptions and adaptations to climate change and variability: the case of the Limpopo Basin, South Africa. *IFPRI discussion paper*, 849p.
- Ghersa CM, Ferraro DO, Omacini M, Martinez-Ghersa MA, Perelman S, Satorre EH, Soriano A. 2002. Farm and landscape level variables as indicators of sustainable land-use in the Argentine Inland-Pampa. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 93: 279-293.
- Gnanglè C, Yabi AJ, Glélé KR, Sokpon N. 2009. Changements climatiques: Perceptions et stratégies d'adaptations des paysans face à la gestion des parcs à karité au Centre-Bénin. INNOVKAR-ACC/FSP/RIPIECSA, 19p.
- Gnanglè CP, Glélé Kakaï R, Assogbadjo AE, Vodounnon S, Yabi JA, Sokpon N. 2011. Tendances climatiques passées, modélisation, perceptions et adaptations locales au Bénin. *Climatologie* 8 : 27-40.
- Hayati D, Ranjbar Z, Karami E. 2010. Measuring agricultural sustainability, in: Biodiversity, Biofuels, Agroforestry and Conservation Agriculture. Springer: 73-100.

- Houndénou C.** 1999. Variabilité climatique et maïsiculture en milieu tropical humide, diagnostic et modélisation. Thèse de doctorat de l'Université de Bourgogne, France, 341p.
- Maddison D.** 2006. The perception and adaptation to climate change in Africa. CEEPA. Centre for Environmental Economics and Policy in Africa. Pretoria, South Africa: University of Pretoria. Discussion Paper No. 10.
- MEHU.** 2011. Deuxième Communication Nationale de la République du Bénin sur les Changements Climatiques. MEHU, Bénin, Cotonou, 168p.
- Mertz O, Mbow C, Reenberg A, Diouf A.** 2009. Farmers' perceptions of climate change and agricultural adaptation strategies in rural Sahel. *Environmental management*, 43(5): 804-816.
- Ogouwalé E.** 2001. Vulnérabilité/Adaptation de l'agriculture aux changements climatiques dans le département des Collines. Mémoire de maîtrise de géographie. UAC/FLASH. DGAT, 119p
- Ogouwalé E.** 2006. Changements climatiques dans le Bénin méridional et central : indicateurs, scénarios et prospective de la sécurité alimentaire. Thèse de l'Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 302p.
- Ominde SH, Juma C.** 1991. A change in weather, African centre for technology studies. ACTS Press, Nairobi, Kenya.
- PANA-BENIN.** 2008. Programme d'Action National d'Adaptation aux Changements Climatiques du Bénin. MEPN/UNDP. Cotonou, 81p.
- Tilman D, Cassman KG, Matson PA, Naylor R, Polasky S.** 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 418 : 671–677.
- Van de Fliert E, Braun A.** 2002. Conceptualizing integrative, farmer participatory research for sustainable agriculture: From opportunities to impact. *Agriculture and Human Values* 19 : 25–38.
- Van Der Werf H, Petit J.** 2002. Évaluation de l'impact environnemental de l'agriculture au niveau de la ferme. Comparaison et analyse de 12 méthodes basées sur des indicateurs. *Courrier de l'environnement de l'Inra* : 121–133.

DIVERSITÉ DES ESPÈCES DE BOIS D'ŒUVRE DANS L'ARBORETUM DU CENTRE NATIONAL DE FLORISTIQUE DE L'UNIVERSITÉ FÉLIX HOUPHOUËT-BOIGNY (CÔTE D'IVOIRE).

KOUADIO K^{1, 2*}, DIBI NH^{1, 2}, N'GORAN KSB², OUATTARA SFP¹

RÉSUMÉ

Cette étude vise à évaluer la diversité des espèces de bois d'œuvre de l'arboretum du Centre National de Floristique (CNF) inscrites sur la liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), afin de mieux planifier son aménagement. Spécifiquement, il a été question de déterminer la diversité et d'élaborer une carte de distribution des espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN de 2015 dans les 11 parcelles de l'arboretum. La méthode de relevé de surface a été utilisée, pour inventorier et identifier, dans les 11 parcelles, les espèces de bois d'œuvre. Les résultats montrent que l'arboretum est riche de 16 espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN de 2015, soit 2,13 % des 750 espèces arborées qui y sont présentes. Parmi ces 16 espèces, 12 sont classées vulnérables, deux sont moins menacées (préoccupation mineure), une quasi-menacée et une en danger de disparition. Les parcelles Tiama, Niangon, Acajou, Makoré et Fraké sont les plus riches alors que les parcelles Anadio de Bénin et Boborou sont dépourvues d'espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN de 2015. Pour accroître la richesse et la diversité floristique de l'arboretum, il serait souhaitable d'introduire les espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN de 2015, absentes dans l'arboretum, dans les parcelles Anadio de Bénin et Boborou qui n'en possèdent pas et renforcer les parcelles Obéro et Palmiers qui n'en comptent qu'une seule espèce, chacune.

Mots clés : Diversité floristique, Espèces de bois d'œuvre, Liste rouge de l'UICN, Arboretum, Côte d'Ivoire

TIMBER TREES DIVERSITY IN THE ARBORETUM OF CENTRE NATIONAL DE FLORISTIQUE AT THE UNIVERSITY FÉLIX HOUPHOUËT-BOIGNY (CÔTE D'IVOIRE).

ABSTRACT

This study aimed to assess the diversity of timber species of the arboretum of Centre National de Floristique (CNF) and highlight their IUCN 2015 conservation status for the development of sound management strategy. A distribution map of timber species of IUCN Red List was elaborated for the 11 plots of the arboretum. The surface survey method was used, for data collection. The results showed that the arboretum is rich of 16 species from the IUCN 2015 Red List, i.e. 2.13% of the 750 tree species present. Of these 16 species, 12 are classified as Vulnerable, two are Least Concerned, one is Near Threatened and another one is Endangered. The Tiama, Niangon, Acajou, Makore and Fraké plots are the most densely populated, while the Anadio de Bénin and Boborou are devoid of timber species on the 2015 IUCN Red List. To increase the floristic richness and diversity of the arboretum, the managers of the arboretum should introduce red-listed timber species in the plots where such species were not found (Anadio de Bénin and Boborou) or very rare (Obéro and Palm).

Key words : Floristic diversity, Timber species, IUCN Red List, Arboretum, Côte d'Ivoire

¹Laboratoire de Botanique et de Biologie Végétale, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, 22 BP 582 Abidjan 22 (Côte d'Ivoire)

²Centre National de Floristique, Université Félix Houphouët-Boigny, 22 BP 582 Abidjan 22 (Côte d'Ivoire)

*Auteur de correspondance : attowoula@yahoo.fr

Introduction

Dans les pays tropicaux, le développement économique est basé sur les activités liées aux forêts (FAO, 2003). En Côte d'Ivoire, les activités humaines ont entraîné la disparition de plusieurs espèces de plantes (Aké-Assi, 1998). En effet, l'exploitation forestière pour grumes a occasionné, en deux décennies environ (de 1960 à 1977), l'extraction de plus de 5 millions de volume de bois, dans les forêts ivoiriennes. Selon Sattler (1997), cette production a chuté à 2,5 millions, de 1980 à 1995. Aujourd'hui, le nombre d'espèces de bois d'œuvre menacées de disparition des forêts ivoiriennes est croissante (Kouadio, 2012). Pis, les individus à diamètre exploitable de la quasi-totalité des espèces de bois d'œuvre sont devenus rares. Comme conséquence, sur les 43 espèces couramment exploitées en Côte d'Ivoire, 30 sont inscrites sur la liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN, 2015). Cette liste concerne les espèces vulnérables, en danger de disparition, quasi et moins menacées. C'est pourquoi, dans un souci de conservation et de protection de la biodiversité végétale et/ou animale, l'administration ivoirienne a créé des parcs nationaux, des réserves biologiques, des forêts classées et des jardins botaniques. C'est dans ce cadre, que fut créé le Centre National de Floristique (CNF) par décret n° 73-347 du 11 Juillet 1973. Centre de recherche et de documentation, le CNF dispose d'un arboretum pour la conservation *ex-situ* et la préservation de la biodiversité. L'arboretum qui fait l'objet de cette étude,

abrite une importante collection de plantes vivantes estimées à 750 espèces (CNF, 1998). Il reconstitue la majeure partie de la flore ivoirienne, sous-régionale et même régionale avec une importante présence des espèces à statut particulier (espèces endémiques ivoiriennes, endémiques Ouest-africaines, espèces rares, espèces menacées de disparition, espèces médicinales, espèces alimentaires sauvages, etc.), selon Doumbia (2014). Cependant, la représentativité des espèces de bois d'œuvre en général et celles inscrites sur la liste rouge de l'UICN (2015) en particulier de l'arboretum est mal connue. C'est pourquoi, cette étude est d'un intérêt capital pour le CNF, dans le but de proposer un meilleur programme d'aménagement des différentes parcelles de l'arboretum.

L'objectif général de cette étude est de mettre en évidence la richesse et la diversité des espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN (2015), afin de mieux planifier l'aménagement de l'arboretum. De manière spécifique, il a été question de (1) déterminer la richesse des 11 parcelles de l'arboretum en espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN de 2015; (2) d'évaluer la diversité de ces espèces de bois d'œuvre dans les 11 parcelles de l'arboretum à travers les indices de diversité (Coefficient de similitude, Shannon, Équitabilité et Fréquence relative); (3) d'élaborer une carte de distribution des espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN de 2015, dans les 11 parcelles de l'arboretum.

Matériel et Méthodes

Site et matériel d'étude

L'étude a été réalisée, en août 2016, dans l'arboretum du Centre National de Floristique (CNF), situé au sein de l'Université Félix Houphouët-Boigny (UFHB), dans le District Autonome d'Abidjan, en Côte d'Ivoire (Figure 1). Situé dans le secteur ombrophile du domaine guinéen, le District Autonome d'Abidjan est caractérisé par une température moyenne annuelle de l'ordre 26 °C et par une pluviométrie moyenne annuelle de l'ordre de 1658,64 mm (Ouattara, 2016). Les sols du District Autonome d'Abidjan, incluant ceux du CNF sont pour

la plupart ferrallitique et fortement désaturés sous forte pluviométrie (Ouattara, 2016). La végétation du CNF est du type forêt dense sempervirente (Boraud, 1995). Cette végétation n'est pas naturelle, elle est du fait de l'homme par l'introduction de nombreuses espèces à majorité forestière dans les 11 parcelles de l'arboretum. La création des parcelles n'a pas été défini, en fonction des thématiques spécifiques. De ce fait, les espèces ont été introduites de façon aléatoire. Le matériel biologique utilisé au cours de cette étude est constitué des individus de plus de 1,30 m de hauteur, au-dessus du sol, des espèces de bois d'œuvre.

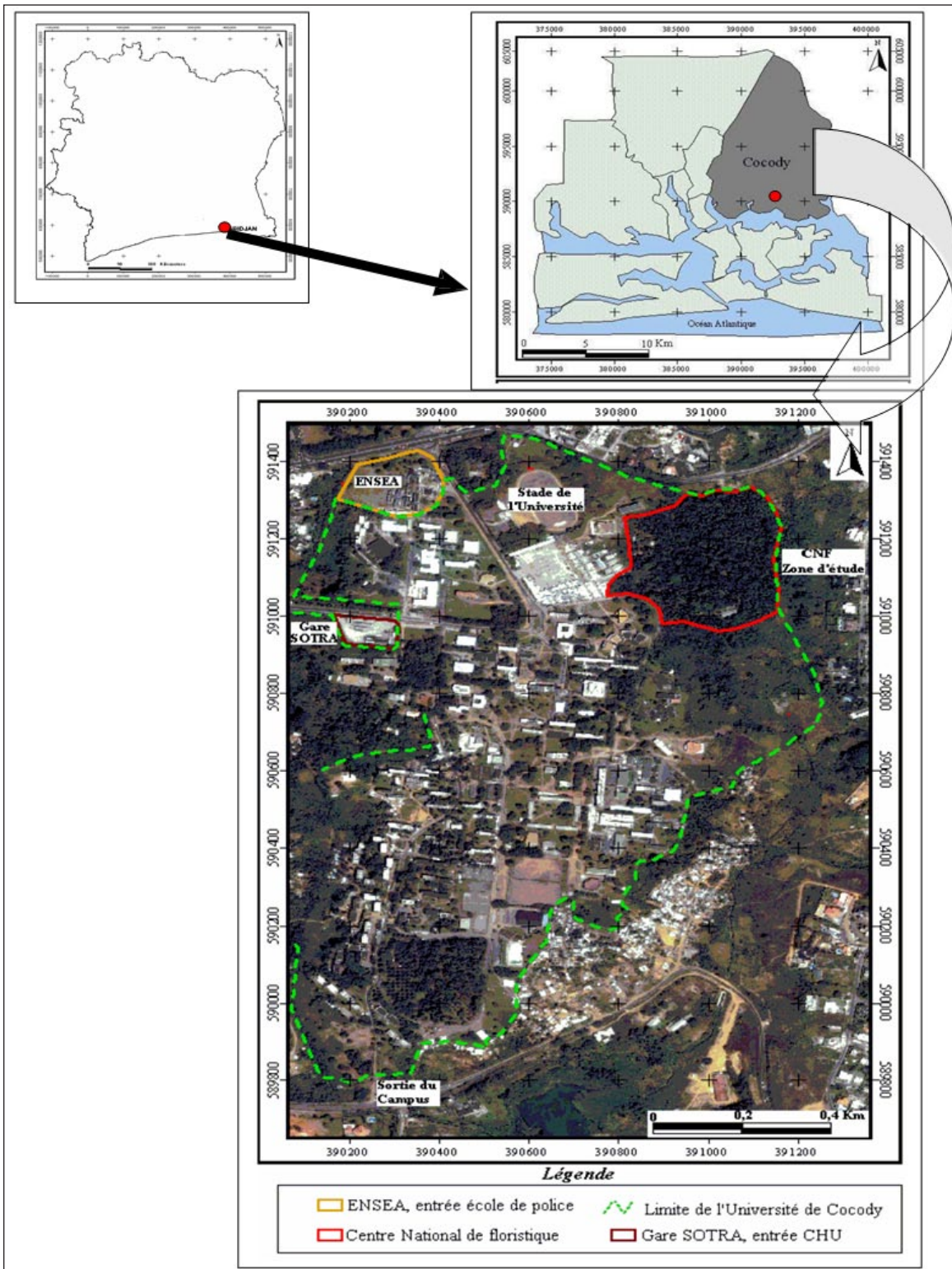


Figure 1: Localisation du Centre National de Floristique (CNF) de l'Université Félix Houphouët Boigny dans le District Autonome d'Abidjan (Kpangui 2009)

Méthodes

Collecte de données

L'inventaire floristique a été réalisé dans les 11 parcelles de l'arboretum de taille différente (de 0,1168 ha à 0,8489 ha) dont l'ensemble couvre une superficie de 4,25 ha

(Figure 2), à l'aide de la méthode de relevés de surface. Dans chaque parcelle, toutes les espèces de bois d'œuvre et celles inscrites sur la liste rouge de l'UICN de 2015 ont été recensées et identifiées. Les coordonnées de tous les individus des espèces de bois d'œuvre ont été géoréférencées.

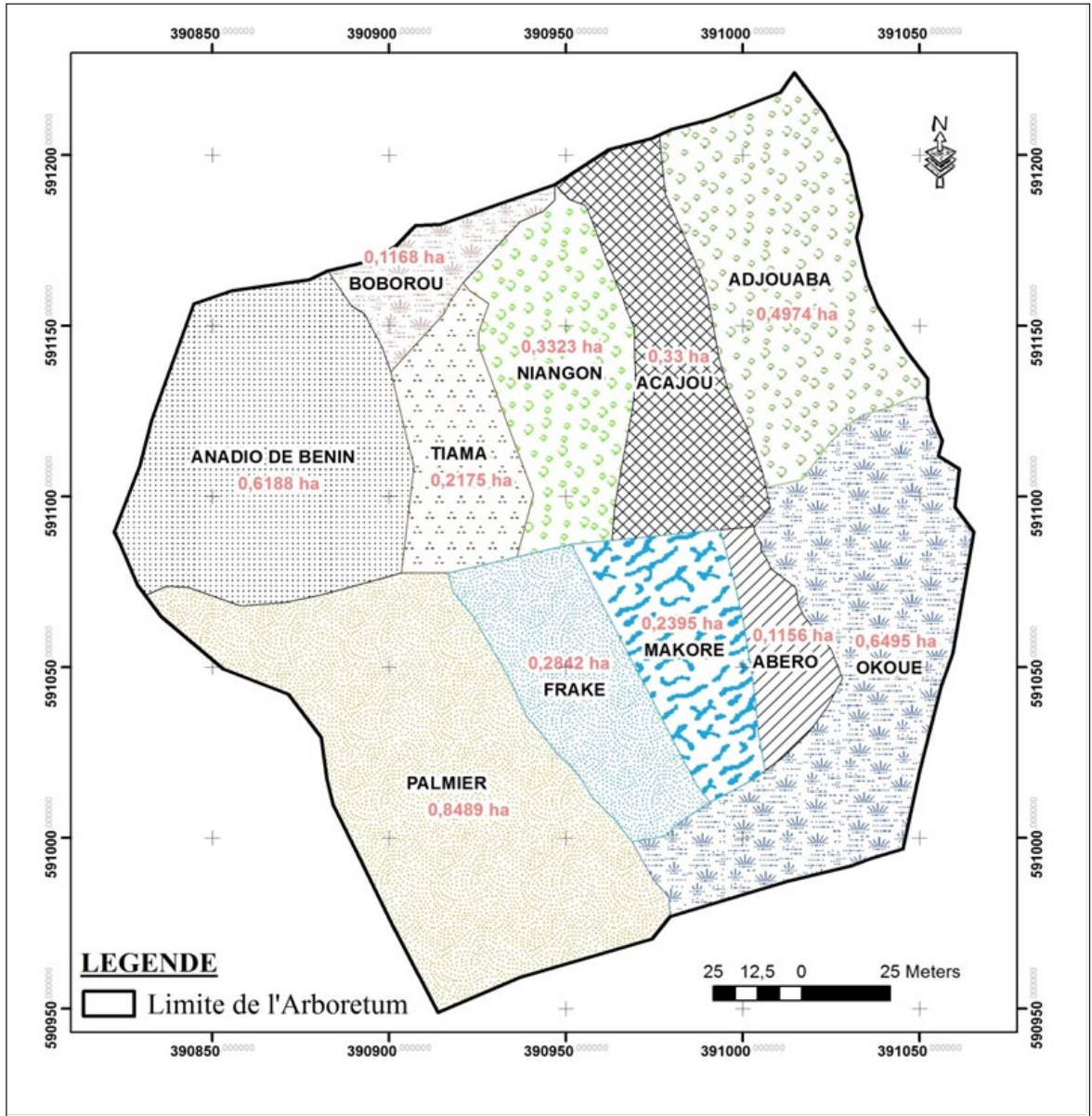


Figure 2 : Carte des différentes parcelles de l'arboretum du Centre National de Floristique avec une superficie totale de 4,25 hectares

Analyse des données

Richesse floristique

La richesse floristique est définie comme étant le nombre d'espèces recensées sur un territoire donné (Aké-Assi, 1984). Au cours de cette étude, la flore des espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN 2015 a été établie. L'analyse qualitative (Familles, Genres, Espèces) a été réalisée à partir de la liste floristique établie pour chaque parcelle de l'arboretum. Pour comparer aisément les résultats aux travaux réalisés antérieurement dans l'arboretum, la nomenclature adoptée pour l'identification des espèces de bois d'œuvre est celle de APGIII (2009).

Composition floristique

L'analyse de la composition floristique a consisté à déterminer pour chaque espèce de bois d'œuvre inscrite sur la liste rouge de l'UICN de 2015 inventoriée, dans cette étude, la catégorie selon la qualité technologique du bois (SODEFOR, 1992 ; Dupuy *et al.*, 1997) et la valeur commerciale des espèces (P1 : Espèces de première catégorie ou couramment commercialisées, P2 : Espèces de deuxième catégorie ou sporadiquement commercialisées et P3 : Espèces de troisième catégorie ou à promouvoir), selon SODEFOR (1993), l'affinité chorologique et le statut écologique (A : Taxon africain, GC : Taxon de la région Guinéo-Congolaise, GCi : Taxon endémique à la Côte d'Ivoire, GCW : Taxon endémique au bloc forestier Ouest-africain, GC-SZ : Taxon de la zone de transition Guinéo-Congolaise et Soudano-Zambézienne). Pour la caractérisation de ces espèces, les travaux de Aké-Assi (2001-2002), Kouadio (2007), Kouadio *et al.* (2012) et la liste rouge de l'UICN (2015) ont servi de référence.

Diversité floristique

La diversité floristique a été évaluée à travers le coefficient de similitude de Sørensen, les indices de Shannon et de Piélou et la Fréquence d'apparition des espèces. Ces indices ont été déjà utilisés par certains auteurs tels que Kouassi *et al.* (2010), Masharabu *et al.* (2010), Kimpouni *et al.* (2013), pour caractériser la diversité floristique, au cours de leurs différents travaux de recherche. Pour cette étude, seules les espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN de 2015 ont été prises en compte dans les analyses.

▪ Coefficient de similitude de Sørensen

Le coefficient de similitude (CS) a pour but de caractériser objectivement et quantitativement le degré de ressemblance entre deux listes floristiques de deux parcelles A et B. Il permet de comparer deux à deux la liste floristique des parcelles afin de déterminer une ressemblance ou une dissemblance. Il existe plusieurs formules, mais celle de Sørensen (1948) a été adoptée dans le cadre de cette étude pour comparer la ressemblance entre les 11 parcelles de l'arboretum.

$$Cs = (2 \times c) / (a + b) \times 100$$

a: nombre d'espèces appartenant à la parcelle A

b: nombre d'espèces appartenant à la parcelle B

c: nombre d'espèces communes aux deux parcelles

Le coefficient de similitude varie entre 0 et 100. Lorsqu'il est supérieur à 50 % (CS > 50), alors l'hypothèse de ressemblance est admise. Dans le cas contraire, lorsque le coefficient de similitude est inférieur à 50 % (CS < 50), il n'y a pas de ressemblance entre les listes floristiques des parcelles concernées.

▪ Indice de diversité de Shannon

L'indice de diversité de Shannon permet de mesurer la composition d'un peuplement en combinant l'abondance relative des espèces et la richesse spécifique. Selon Kouassi *et al.* (2010), cet indice est l'un des meilleurs estimateurs de la diversité biologique et il est utilisé comme mesure d'hétérogénéité et prend en compte la régularité d'abondance des espèces. Dans ce travail, il a été utilisé pour exprimer la diversité des parcelles en espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN (2015). La formule mathématique de cet indice est la suivante:

$$H' = -\sum_{i=1}^s P_i \ln(P_i) \text{ avec } P_i = N_i/N$$

H': indice de Shannon et P_i: proportion d'une espèce i par rapport au total des espèces, N_i : nombre d'individus de l'espèce i considérée et N : nombre total d'individus.

Les valeurs de cet indice varient entre 0 et $\ln S$ avec $\ln S$ dépassant rarement 5 (Felfili *et al.*, 2004). Lorsque le peuplement est composé d'une seule espèce, il est égal à 0. À l'opposé, pour une flore beaucoup diversifiée, il est égal à $\ln S$ qui représente la diversité maximale et signifie que toutes les espèces présentes ont la même abondance.

▪ Indice d'équitabilité de Piérou

Encore appelée indice de régularité ou d'équité, il traduit la manière dont les individus sont distribués à travers les espèces. L'indice d'équitabilité correspond au rapport entre la diversité de Shannon obtenue et la diversité maximale $\ln S$ (Wala *et al.*, 2005). Sa formule mathématique est la suivante:

E: indice d'équitabilité de Piérou

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

H': indice de Shannon

S: nombre total d'espèces sur une parcelle

Cet indice varie de 0 à 1. En effet, lorsqu'il tend vers 0, il traduit un phénomène de dominance d'une espèce sur les autres. Lorsque les espèces sont régulièrement réparties, alors il tend vers 1. L'indice d'équitabilité de Piérou a été calculé pour voir l'équilibre de la répartition des espèces de bois d'œuvre de l'UICN de 2015, sur les 11 parcelles de l'arboretum.

Dans le but de corriger les erreurs dues aux sites étudiés de tailles différentes, des calculs d'autres indices biocénétiques tels que les indices de diversité de Margalef (RMg) et de Menhinick (RMn) ont été effectués avec les inventaires floristiques obtenus. Cette méthode a été utilisée par Masharabu *et al.* (2010), au cours de ces travaux de recherche. Ces indices sont calculés à partir des formules mathématiques suivantes :

$$RMg = (S-1)/(1n(N))$$

et

$$RMn = S/(\sqrt{N})$$

avec S nombre d'espèces et N nombre d'individus. La division par N est incluse pour permettre la comparaison entre des communautés présentant un nombre différent d'individus, étant donné que $S \leq N$ d'individus ; et constitue une correction de la taille de l'échantillon.

▪ Fréquence d'apparition des espèces

La fréquence d'apparition d'une espèce est le nombre d'occurrences de l'espèce ou encore le nombre de fois où l'espèce apparaît, sur le nombre total de parcelles. Elle exprime la constance d'une espèce dans les différentes parcelles d'un même habitat. Dans cette étude, la fréquence d'apparition a été calculée pour chacune des espèces de bois d'œuvre UICN (2015). Son expression mathématique est:

$$Fr_{app}(e) = \frac{\text{Nombre d'occurrences de l'espèce}}{\text{Nombre total de parcelles}}$$

Résultats

Richesse floristique

L'inventaire des 11 parcelles de l'arboretum du Centre National de Floristique (CNF) a permis de recenser 42 espèces de bois d'œuvre dont 16 sont inscrites sur la liste rouge de l'UICN version 2015, soit 2,13 % des 750 espèces arborées que compte l'arboretum (Tableau 1). Cependant, les 14 autres espèces inscrites sur la liste rouge de l'UICN version 2015 n'ont été rencontrées dans aucune des 11 parcelles. Les 16 espèces sont réparties entre 12 genres appartenant

à 7 familles. Les Meliaceae et les Malvaceae sont les familles les mieux représentées avec respectivement cinq espèces (31,25 %) et quatre espèces (25 %), suivies des Fabaceae (18,75 %) et des Moraceae (12,5 %). La richesse spécifique des parcelles varie de 0 à 5 espèces. Les parcelles Acajou, Fraké, Makoré et Tiama sont peuplées de cinq espèces chacune alors que celles de Boborou et Anadio de Bénin n'abritent aucune espèce de bois d'œuvre inscrite sur la liste rouge de l'UICN de 2015 (Figure 3).

Tableau 1 : Liste des espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN de 2015 inventoriées dans l'arboretum avec leurs catégories commerciales, affinités chorologiques et statuts écologiques

N°	Espèces	Familles	Catégories	Affinités Chorologiques	Statuts UICN (2015)
1	<i>Azelia africana</i>	Fabaceae	P1	A GCW	VU
2	<i>Albizia ferruginea</i>	Fabaceae	P2	A GC	VU
3	<i>Entandrophragma angolense</i>	Meliaceae	P1	A GC	VU
4	<i>Entandrophragma utile</i>	Meliaceae	P1	A GC	VU
5	<i>Guibourtia ehie</i>	Fabaceae	P1	A GC	VU
6	<i>Gymnostemon zaizou</i>	Simaroubaceae	P3	A Gci	VU
7	<i>Heritiera utilis</i>	Malvaceae	P1	A GC	VU
8	<i>Khaya anthotheca</i>	Meliaceae	P1	A GC	VU
9	<i>Khaya grandifoliola</i>	Meliaceae	P1	A GC	VU
10	<i>Khaya ivorensis</i>	Meliaceae	P1	A GC	VU
11	<i>Milicia excelsa</i>	Moraceae	P1	A GC	LR/nt
12	<i>Milicia regia</i>	Moreceae	P1	A GC-SZ	VU
13	<i>Nesogordonia papaverifera</i>	Malvaceae	P1	A GC	VU
14	<i>Pterygota macrocarpa</i>	Malvaceae	P1	A GC	VU
15	<i>Tieghemella heckelii</i>	Sapotaceae	P1	A GC	EN
16	<i>Triplochiton scleroxylon</i>	Malvaceae	P1	A GC	LR/lc

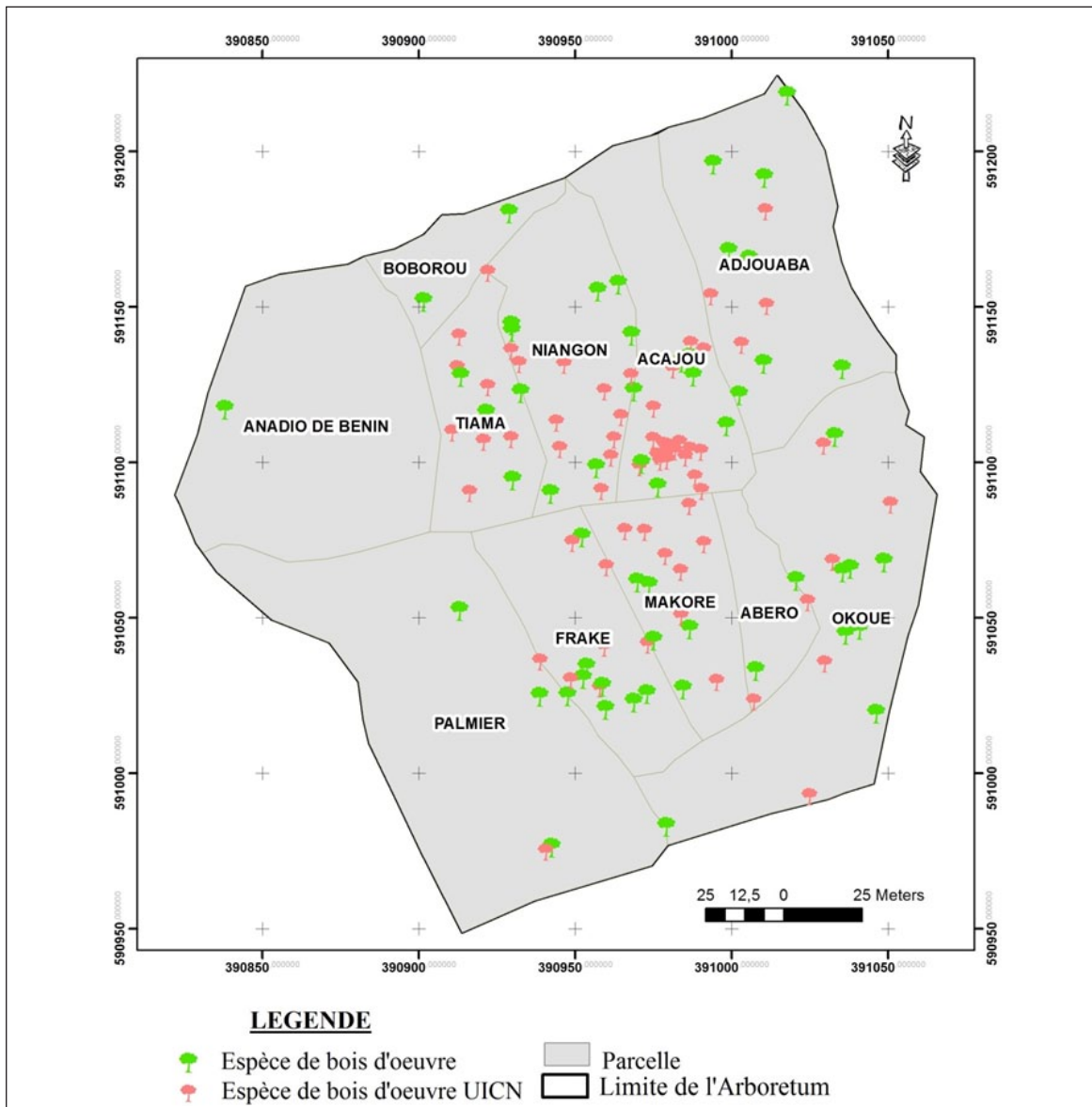


Figure 3 : Répartition des espèces de bois d'œuvre dans les parcelles de l'arboretum

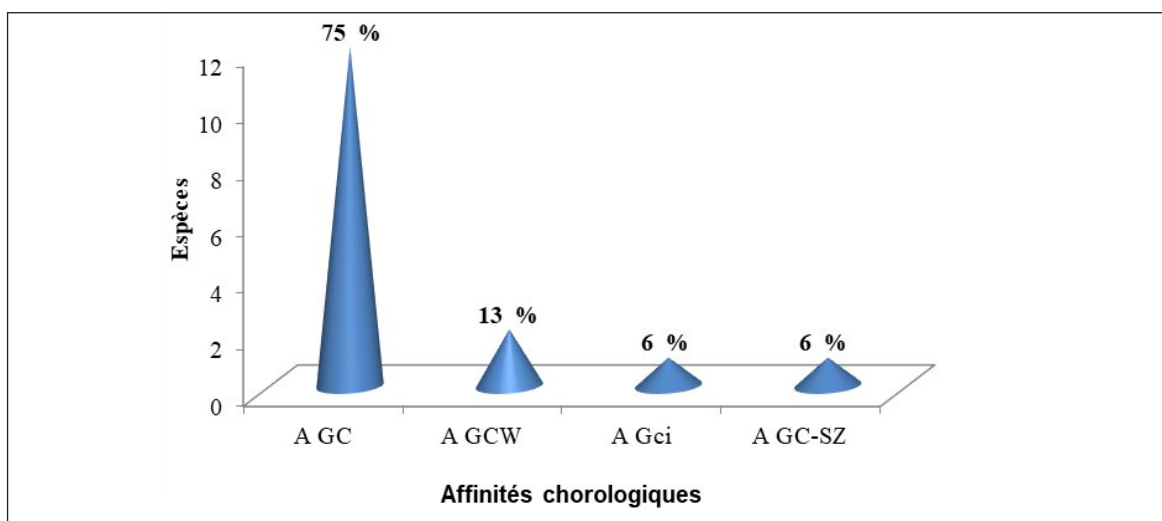


Figure 4 : Répartition des espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN de 2015 inventoriées dans l'arboretum, en fonction des affinités chorologiques

A GC : Taxon africain de la région Guinéo-Congolaise

A Gci : Taxon africain endémique à la Côte d'Ivoire

A GCW : Taxon africain endémique au bloc forestier Ouest-africain

A GC-SZ : Taxon de la zone de transition Guinéo-Congolaise et Soudano-Zambézienne

Tableau 2 : Liste des espèces de bois d'œuvre ivoiriennes inscrites sur la liste rouge UICN de 2015 avec leurs catégories commerciales et statut écologique

N°	Espèces	Familles	Noms communs	Catégories	Statut UICN 2015
1	<i>Azelia africana</i> Pers.	Fabaceae	Lingue	P1	VU
2	<i>Albizia ferruginea</i> (Guill. & Perr.) Benth.	Fabaceae	Iatandza	P2	VU
3	<i>Anopyxis klaineana</i> (Pierre) Engl.	Anisophylleaceae	Bodioa	P2	VU
4	<i>Berlinia occidentalis</i> Keay	Fabaceae	Pocouli	P3	VU
5	<i>Copaifera salikounda</i> Heckel	Fabaceae	Etimolé	P2	VU
6	<i>Entandrophragma cylindricum</i> (Sprague) Sprague	Meliaceae	Aboudikro	P1	VU
7	<i>Entandrophragma angolense</i> (Weh.) C DC.	Meliaceae	Tiama	P1	VU
8	<i>Entandrophragma candollei</i> Harms	Meliaceae	Kossipo	P1	VU
9	<i>Entandrophragma utile</i> (Dawe & Sprague) Sprague	Meliaceae	Sipo	P1	VU
10	<i>Eribroma oblongum</i> (Mast.) Germain	Malvaceae	Bi	P2	VU
11	<i>Guarea cedrata</i> (A. Chev.) Pellegr.	Meliaceae	Bossé	P1	VU
12	<i>Guibourtia ehie</i> (A. Chev.) J. Léonard	Fabaceae	Amazakoué	P1	LC
13	<i>Gymnostemon zaizou</i> Aubrev. & Pellegr.	Simaroubaceae	Zaizou	P3	VU
14	<i>Tarrietia utilis</i> (Sprague) Sprague	Malvaceae	Niangon	P1	VU
15	<i>Khaya anthotheca</i> (Welw.) C. DC.	Meliaceae	Acajou blanc	P1	VU
16	<i>Khaya grandifoliola</i> C. DC.	Meliaceae	Acajou à Grandes feuilles	P1	VU
17	<i>Khaya ivorensis</i> A. Chev.	Meliaceae	Acajou de Grand-Bassam	P1	VU
18	<i>Khaya senegalensis</i> Juss.	Meliaceae	Caïlcedrat	P1	VU
19	<i>Lophira alata</i> Gaertn. f.	Ochnaceae	Azobé	P1	VU
20	<i>Milicia excelsa</i> (Welw.) C.C. Berg	Moraceae	Iroko brun	P1	LR/NT
21	<i>Milicia regia</i> (A. Chev.) Berg	Moraceae	Iroko jaune	P1	VU
22	<i>Nauclea diderrichii</i> (DeWild & Th. Dur.) Merrill	Rubiaceae	Badi	P1	VU
23	<i>Nesogordonia papaverifera</i> (A. Chev.) Cap.	Malvaceae	Kotibé	P1	VU
24	<i>Pericopsis elata</i> (Harms) van Meeuwen	Fabaceae	Assaméla	P1	EN
25	<i>Pouteria altissima</i> (A. Chev.) Baehni	Sapotaceae	Grogoli	P1	LR/cd
26	<i>Pterocarpus santalinoides</i> C. DC.	Fabaceae	Ouochi	P3	LR/lc
27	<i>Pterygota macrocarpa</i> Schumann	Malvaceae	Koto	P1	VU
28	<i>Terminalia ivorensis</i> A. Chev.	Comhretaceae	Framiré	P1	VU
29	<i>Tieghemella heckelii</i> A. Chev.	Sapotaceae	Makoré	P1	EN
30	<i>Triplochiton scleroxylon</i> Schumann	Malvaceae	Samba	P1	LR/lc

Vu : Vulnérable ; LR/nt : Quasi-menacées ; EN : En danger de disparition ; LR/lc : Moins menacées ; P1 : Espèces couramment commercialisées ; P2 : Espèces sporadiquement commercialisées ; P3 : Espèces à promouvoir

Composition floristique

En considérant les catégories des espèces de bois d'œuvre, les seize espèces inscrites sur la liste rouge de l'UICN de 2015, inventoriées dans l'arboretum, sont représentées par quinze P1 soit 93,75 % et une P3 soit 6,25 %. Aucune espèce appartenant à la catégorie P2 n'a été inventoriée. La figure 4 montre que parmi les 16 espèces inventoriées, les "A GC" comptent douze espèces, représentant 75 %. Les "A GCW" sont représentées par 13 % avec deux espèces alors que les "A GCi" et les "A GC-SZ" ne comptent respectivement que 6 % avec une espèce chacune. Parmi les 16 espèces, seul *Tieghemella heckelii* est inscrite sur la liste rouge de l'UICN de 2015 comme étant une espèce en danger de disparition (voir Tableau 2).

Diversité floristique

Similarité floristique entre les parcelles

L'analyse du tableau 3 montre une ressemblance floristique entre les couples de parcelles Fraké-Tiama, Okoué-Niangon, Adjouaba-Acajou et Fraké-Palmiers avec respectivement, des coefficients de similitude de 60 %, 50 % et 57,14 % pour les deux derniers couples. Pour les autres couples de parcelles dont la valeur du Coefficient de similitude est inférieure à 50 %, il existe une dissemblance floristique entre ces parcelles.

Diversité spécifique des parcelles

Les indices de Shannon calculés, varient de 0 à 1,56 entre les parcelles de l'arboretum (Tableau

4). Ces valeurs indiquent que les neuf parcelles renfermant les espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN de 2015 présentent une diversité relativement élevée. Les valeurs de l'indice d'équitabilité varient entre 0, 81 et 1 entre les parcelles Adjouaba, Tiama, Makoré, Okoué, Fraké et Palmiers (Tableau 4). Ces valeurs montrent que la répartition des individus des espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN de 2015 est équitable dans les parcelles suscitées et qu'il n'y a pas de dominance d'un groupe d'espèces par rapport aux autres. Cependant, les parcelles Niangon et Acajou qui ont enregistré les indices respectifs de 0, 64 et 0, 67 montrent que la répartition des individus des espèces n'y est pas régulière. Ces parcelles sont dominées par les individus de quelques espèces telles que *Heritiera utilis* pour la parcelle Niangon et *Khaya anthotheca* pour la parcelle Acajou. Concernant la parcelle Obéro, la valeur d'indice d'équitabilité qui est de zéro est liée à la présence d'un seul individu de *Entandrophragma utile*.

Fréquence d'apparition des espèces dans les parcelles

La fréquence d'apparition la plus élevée dans les différentes parcelles est de 36, 36 % (Tableau 5). Cette valeur montre qu'aucune espèce de bois d'œuvre inscrite sur la liste rouge de l'UICN de 2015, n'a été rencontrée à la fois dans les 11 parcelles de l'arboretum du CNF. Les espèces présentant les forts taux d'apparition sont *Entandrophragma angolense* et *Tieghemella heckelii* qui ont enregistré chacune 36, 36 %. Les espèces rencontrées une seule fois dans l'arboretum sont au nombre de sept, représentant 9 % de taux d'apparition (Tableau 5).

Tableau 3: Valeurs du Coefficient de Similitude (CS) de Sørensen entre les 11 parcelles de l'arboretum

Parcelles	A.Bén	Bobor		Tiam	Nian	Acaj	Adjou	Okou	Obér	Makor	Frak	Palm
A. Bén	-	-		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bobor		-		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiam				-	22,22	20	0	22,22	0	20	60	28,57
Nian					-	0	0	50	0	44,44	22,22	0
Acaj						-	57,14	22,22	0	0	40	28,57
Adjou							-	33,33	0	0	0	0
Okou								-	0	44,44	22,22	0
Obér									-	0	0	0
Makor										-	20	28,57
Frak											-	57,14
Palm												-

A.Bén : Anadio de Bénin Bobor : Boborou Tiam : Tiama Nian : Niangon Acaj : Acajou Adjou : Adjouaba Okou : Okoué Obér : Obéro Makor : Makoré Frak : Fraké Palm : Palmiers

Tableau 4: Valeurs des indices de diversité floristique des différentes parcelles de l'arboretum

Parcelles	Indice de Shannon	Indice d'équitabilité
Acajou	1,08	0,67
Adjouaba	0,56	0,81
Anadio de Benin	0	0
Boborou	0	0
Fraké	1,56	0,96
Makoré	1,42	0,88
Obéro	0	0
Okoué	1,24	0,89
Palmier	0,69	1
Niangon	0,89	0,64
Tiama	1,38	0,86

Tableau 5: Fréquence d'apparition des espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN de 2015 dans les parcelles de l'arboretum

Espèces	Parcelles												Total (présence)	Fréquence (%)
	A.bén	Bobor	Tiam	Nian	Acaj	Adjo	Okou	Obér	Makor	Frak	Palm			
<i>Entandrophragma angolense</i>	--	--	+	+	--	--	+	--	--	+	--	4	36,36	
<i>Tieghemella heckelii</i>	--	--	+	--	--	--	--	--	+	+	+	4	36,36	
<i>Khaya anthotheca</i>	--	--	--	--	+	+	+	--	--	--	--	3	27,27	
<i>Milicia regia</i>	--	--	--	+	--	--	+	--	+	--	--	3	27,27	
<i>Pterygota macrocarpa</i>	--	--	--	--	+	--	--	--	--	+	+	3	27,27	
<i>Triplochiton scleroxylon</i>	--	--	+	--	+	--	--	--	--	+	--	3	27,27	
<i>Albizia ferruginea</i>	--	--	--	--	+	+	--	--	--	--	--	2	18,18	
<i>Heritiera utilis</i>	--	--	--	+	--	--	--	--	+	--	--	2	18,18	
<i>Milicia excelsa</i>	--	--	--	--	--	--	+	--	+	--	--	2	18,18	
<i>Azelia africana</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	+	--	--	1	9,09	
<i>Entandrophragma utile</i>	--	--	--	--	--	--	--	+	--	--	--	1	9,09	
<i>Guibourtia ehie</i>	--	--	+	--	--	--	--	--	--	--	--	1	9,09	
<i>Gymnostemon zaizou</i>	--	--	--	+	--	--	--	--	--	--	--	1	9,09	
<i>Khaya grandifoliola</i>	--	--	+	--	--	--	--	--	--	--	--	1	9,09	
<i>Khaya ivorensis</i>	--	--	--	--	+	--	--	--	--	--	--	1	9,09	
<i>Nesogordonia papaverifera</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	+	--	1	9,09	

+: Présence de l'espèce dans la parcelle

-- : Absence de l'espèce dans la parcelle

Discussion

Les 16 espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN de 2015 sont plus présentes dans les parcelles Tiama, Acajou, Makoré et Fraké tandis que les parcelles Obéro et Palmier sont les plus faiblement représentées. En effet, cette différence floristique entre les parcelles pourrait s'expliquer, soit par un enrichissement sélectif des quatre premières parcelles suscitées par rapport aux autres par les différentes équipes de gestion qui se sont succédées à la tête du CNF; soit par la mort des premiers plants introduits. Quant aux parcelles Anadio de Bénin et Boborou, l'absence totale des espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN montre que le choix d'aménagement des gestionnaires a porté, probablement, sur d'autres espèces, surtout que la création des parcelles n'a obéi à aucune thématique précise. Les résultats de ce travail donnent un nombre élevé par rapport à celui obtenu par Doumbia (2014) qui a signalé 14 espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN. Cette différence peut s'expliquer par le fait que la liste rouge de l'UICN, en 2015, a vu son effectif passer de 25 à 30 espèces de bois d'œuvre. Comparé au jardin botanique de Bingerville, l'arboretum du CNF peut être considéré comme étant riche en espèces de bois d'œuvre. En effet, le jardin botanique de Bingerville, avec 55 ha, renferme 33 espèces de bois d'œuvre (Séguéna, 2015) contre 42 espèces sur une superficie de 4, 25 ha pour l'arboretum du CNF. Cependant, concernant les espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN, le résultat de ce travail est inférieur au nombre signalé par Séguéna (2015), qui est de 19, dans le jardin botanique de Bingerville. Cette différence relevée entre les deux zones d'étude est probablement liée à l'étendue des 2 sites d'étude. En effet, cette étude a été réalisée seulement dans l'arboretum qui couvre 4,25 ha alors que la même étude a été conduite dans l'ensemble du jardin botanique de Bingerville qui couvre 55 ha. L'absence totale de catégorie P2 et la faible présence des P3 parmi les espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN de 2015 montrent que les espèces de bois d'œuvre les plus menacées sont en majorité de la catégorie P1, puisqu'elles sont

les plus exploitées. En effet cette catégorie P1 renferme les espèces qui présentent un bois de meilleure qualité technologique (Kouadio *et al.*, 2012). Cela signifie aussi que dans l'arboretum, les espèces de bois d'œuvre conservées appartiennent à la catégorie P1.

La ressemblance floristique relevée entre certaines parcelles montre que des espèces de bois d'œuvre menacées sont communes à celles-ci. En effet, pendant la création de l'arboretum ou au cours des travaux d'aménagement, des espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN ont été introduites dans plusieurs parcelles avec un effectif sensiblement égal. Mieux, il faut noter que l'arboretum du CNF abrite, en majorité, les espèces à statut particulier de la flore ivoirienne (rares, médicinales, bois d'œuvre, alimentaires, endémiques, artisanales ou culturelles). L'indice de diversité de Shannon a montré que seule la parcelle Fraké a une valeur de l'ordre de 1, 56 contrairement aux autres parcelles, pour lesquelles, des indices très faibles ont été observés. Kpangui (2009), dans le même arboretum, a signalé au cours de son étude que la parcelle Fraké est l'une des plus diversifiées avec un indice de l'ordre de 4. L'on note ainsi un écart important entre les valeurs de l'indice de Shannon relevé entre cette étude et celle réalisée par Kpangui (2009). Cette différence peut s'expliquer par le fait que cette étude n'a pris en compte que les espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN, au cours des analyses, alors que toutes les espèces arborées ont été considérées sur la même parcelle par Kpangui (2009). Ces valeurs renseignent sur la stabilité de la flore de la parcelle Fraké. L'indice d'équitabilité indique des phénomènes de dominance d'espèces dans certaines parcelles. Il s'agit de l'espèce *Heritiera utilis* (Malvaceae) sur la parcelle Niangon avec 10 individus et de l'espèce *Khaya anthotheca* (Meliaceae) sur la parcelle Acajou avec également 10 individus. Le nombre important d'individus de ces deux espèces sur les parcelles sus-citées est lié à un choix de ces deux parcelles comme des sites de production de plants des deux espèces, pendant les travaux d'enrichissement des différentes parcelles en espèces à statut particulier.

Conclusion

L'inventaire réalisé dans les 11 parcelles de l'arboretum a permis de produire un catalogue de 42 espèces de bois d'œuvre dont 16 sont inscrites sur la liste rouge de l'UICN version 2015. Parmi ces 16 espèces, 12 sont classées vulnérables, deux sont moins menacées, une est quasi-menacée et une est en danger de disparition (*Tieghemella heckelii*). Ce travail a montré aussi que seule la parcelle Fraké est la plus diversifiée, contrairement aux 10 autres parcelles qui ont enregistré des indices de Shannon relativement faibles. Cependant, la répartition des individus de ces espèces de bois d'œuvre, inscrites sur la liste rouge de l'UICN, est assez équilibrée dans la majorité des parcelles, notamment

dans les parcelles Fraké et Palmiers. L'on note également que *Entandrophragma angolense* (Meliaceae) et *Tieghemella heckelii* (Sapotaceae) ont été fréquemment recensées dans les parcelles, mais aucune des deux espèces n'a été observée à la fois dans les 11 parcelles. Au regard de ce qui précède, cette étude servira de guide pour mieux planifier l'aménagement de l'arboretum avec les 14 autres espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN de 2015 qui n'ont pas été rencontrés dans l'arboretum. Pour ce faire, elles pourraient être introduites dans les parcelles Anadio de Bénin et Boborou qui sont dépourvues de ces espèces, renforcer les parcelles Obéro et Palmiers qui n'en possèdent qu'une seule espèce, chacune.

Remerciements

Nous remercions les Autorités décanales de l'UFR Biosciences de l'Université Félix Houphouët-Boigny de nous avoir permis de réaliser ces travaux au Centre National de Floristique (CNF). Nous

adressons aussi nos remerciements au Directeur du CNF et son équipe pour avoir mis à notre disposition tout le matériel nécessaire pour la réalisation de cette étude.

Références Bibliographiques

Aké-Assi L. 1984. Flore de la Côte d'Ivoire: étude descriptive et biogéographique avec quelques notes ethnobotaniques. Thèse de Doctorat d'État, Faculté de Sciences et Techniques, Université de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire, 1206p.

Aké-Assi L. 1998. Impact de l'exploitation forestière et du développement agricole sur la conservation de la diversité biologique en Côte d'Ivoire. *Le flamboyant*, 48: 20-22.

Aké-Assi L. 2001. Flore de la Côte d'Ivoire, Tome 1: Catalogue, systématique, biogéographie et écologie. *Boissera* 57, Conservatoire et jardin botanique de Genève, Suisse, 396p.

Aké-Assi L. 2002. Flore de la Côte d'Ivoire Tome 2: Catalogue, systématique, biogéographie et écologie. *Boissera* 57, Conservatoire et jardin botanique de Genève, Suisse, 441p.

APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161: 105-121.

Boraud KNM. 1995. Étude floristique et phytosociologique de la jachère attenante du jardin botanique de Cocody. Mémoire de DEA, UFR Biosciences, Université de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire, 58p.

CNF. 1998. Le CNF, un patrimoine national, voire mondial à sauvegarder. CNF, Université de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire, 15p.

Doumbia M. 2014. Diversité caractéristique, Biomorphologie des espèces à statut Particulier de l'arboretum du Centre National de Floristique de l'Université Félix Houphouët-Boigny. Mémoire de DEA de Biologie Végétale

- (Option Écologie Végétale), UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire, 47p.
- Dupuy B, Bertault JG, Doumbia F, Diahuissie A, Brevet R, Miezan K. 1997. Effet de types d'éclaircie en forêt dense humide ivoirienne. *Bois et Forêt des Tropiques*, 253 (3) : 5-18.
- FAO. 2003. State of the World's forests. FAO, Italy, 151p.
- Felfili JM, Silvajunior MC, Sevilha AC, Fagg CW, Walter BMT, Nogueira PE, Rezende AV. 2004. Diversity, floristic and structural patterns of cerrado vegetation in Central Brazil. *Plant Ecology*, 175: 37- 46.
- Kouadio K. 2007. Études de la flore, de la végétation et de l'impact de l'éclaircie sélective par dévitalisation, sur les essences principales de la forêt classée de Bossematié, Est de la Côte d'Ivoire. Thèse, UFR Biosciences, Université de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire, 192p.
- Kouadio K. 2012. Étude de comportement des essences locales exploitées couramment et menacées de disparition, en essai de reboisement dans la pépinière de l'UGF de Bossematié, en fonction de l'intensité de l'ensoleillement. Rapport scientifique, CNF, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire, 57p.
- Kouadio K, Kouassi KE, Dibi NH. 2012. Effet de l'éclaircie sélective sur la dynamique de la végétation arborescente dans la forêt classée de Bossematié (Côte d'Ivoire). *Agronomie Africaine*, 24: 219-230.
- Kouassi AF, Adou YCY, Ipou IJ, Kagoyire Kamanzi K. 2010. Diversité floristique des zones côtières pâturées de la Côte d'Ivoire : cas du cordon littoral Port-Bouët-Grand-Bassam (Abidjan). *Sciences & Nature*, 7 (1): 69-86.
- Kimpouni V, Mbou P, Gakosso G, Motom M. 2013. Biodiversité floristique du sous-bois et régénération naturelle de la forêt de la Patte d'Oie de Brazzaville, Congo. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7 (3): 1255-1270.
- Kpangui KB. 2009. Apport des Systèmes d'Informations Géographiques à l'Étude de la diversité spécifique de l'Arboretum du Centre National de Floristique (Côte d'Ivoire). Mémoire de DEA d'Écologie Tropicale (Option Écologie Végétale), UFR Biosciences, Université de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire, 63p.
- Masharabu T, Noret N, Lejoly J, Bigendako MJ, Bogaert J. 2010. Étude comparative des paramètres floristiques du Parc National de la Ruvubu, Burundi. *Geo-Eco-Trop*, 34 : 29-44.
- Ouattara SFP. 2016. Diversité et densité des espèces de bois d'œuvre inscrites sur la liste rouge de l'UICN, dans l'arboretum du Centre National de Floristique de l'Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan (Côte d'Ivoire). CNF, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire, 60p.
- Sattler D. 1997. Bois de Côte d'Ivoire: précis de reconnaissance des arbres commercialisés. CEDA, Côte d'Ivoire, 387p.
- Séguéna F. 2015. Le Jardin Botanique de Bingerville: diversité floristique et quelques notes ethnobotaniques. Thèse, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire, 207p.
- Sørensen T. 1948. A method of establishing groups of amplitude in sociology based on similarity of content, and its application to analysis of the Vegetation on Danish Commons. *Biologist*, 5: 1-34.
- SODEFOR 1992. Inventaire en forêt dense pour la préparation d'un aménagement : inventaire et aménagement (première partie). Rapport scientifique. SODEFOR, Côte d'Ivoire, 16p.
- SODEFOR 1993. Règles de culture et d'exploitation en forêt dense de Côte d'Ivoire. Rapport scientifique. SODEFOR, Côte d'Ivoire, 54p.
- UICN 2015. IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org>. visité le 15 août 2015.
- Van Passel S, Nevens F, Mathijs E, Van Huylenbroeck G. 2007. Measuring Farm Sustainability and Explaining Differences in Sustainable Efficiency. *Ecological Economics* 62 (1): 149-161.
- Wala K, Sinsin B, Guelly KA, Kokou K, Akpagana K. 2005. Typologie et structure des parcs agroforestiers de la préfecture de Doufelegou (Togo). *Sécheresse*, 16: 209-216.

APPORT DE L'OUTIL « DIGITAL SHORELINE ANALYSIS SYSTEM » DE ARCGIS POUR LA CARACTÉRISATION DE LA DYNAMIQUE CÔTIÈRE DE L'EMBOUCHURE DU FLEUVE BANDAMA À GRAND-LAHOU (EST DE LA CÔTE D'IVOIRE).

KASSI AJ-B^{1*}, BAKAYOKO F², MOBIO ABH¹, DJAGOUA EVM¹

RÉSUMÉ

Les estuaires, parties terminales des fleuves sont définis comme des zones de rencontre fleuve-mer. C'est une embouchure d'un fleuve ou un plan d'eau côtier créé par un cours d'eau se jetant dans le milieu marin. L'on y observe généralement une dynamique des plus complexes. La lagune de Grand-Lahou est l'exutoire naturel du fleuve Bandama. Elle est située à l'Est de la Côte d'Ivoire, non loin du village de pêcheur de Lahou-Kpanda. L'embouchure du fleuve Bandama menace ce village et ses activités de pêche par son grand dynamisme. Un dynamisme qui modifie les paramètres physico-chimiques (salinité, température, conductivité, matière en suspension, oxygène dissous, transparence...) et la morphologie de l'embouchure. La présente étude a pour objectif de déterminer l'évolution morphologique de l'embouchure en appréciant l'impact de cette évolution sur l'érosion à Grand-Lahou. L'étude de la cinématique du trait de côte repose sur le traitement par interprétation numérique d'une série de traits de côte issus d'images satellites de type LANDSAT couvrant la période allant de 1998 à 2014. Ces traits de côte sont ensuite insérés dans le logiciel Digital Shoreline Analysis System (DSAS). Ce logiciel a l'avantage de fournir une méthode normalisée qu'on peut répéter pour le calcul de l'évolution statistique, d'analyser le changement passé, présent et futur du littoral et permettre le calcul statistique des taux d'évolution à partir des différents traits de côte. Les résultats obtenus témoignent d'une migration de l'embouchure qui est faite du cordon Est vers le cordon Ouest avec une vitesse de migration de 86,60 m/an.

Mots clés : Cartographie, Érosion côtière, Digital Shoreline Analysis System, Embouchure du Bandama, Lahou-Kpanda, Côte d'Ivoire.

BANDAMA RIVER MOUTH DYNAMICS IN GRAND-LAHOU: USING "DIGITAL SHORELINE ANALYSIS SYSTEM" TOOL OF ARCGIS (EASTERN CÔTE D'IVOIRE).

ABSTRACT

Estuaries, the terminal parts of rivers, are defined as areas where a river meets the sea. It is a mouth of a river, a coastal water body created by a stream flowing into the marine environment. There is usually a dynamic of the most complex. The Grand-Lahou lagoon is the natural outlet of the Bandama River in eastern Côte d'Ivoire, not far from the fishing village of Lahou-Kpanda. The mouth of the Bandama River threatens by said-village and its fishing activities its great dynamics by its accelerated filling, the significant modification of the physicochemical parameters and the modification of the morphology of the bottom of the mouth. The present study aims to determine the morphological evolution of the mouth while appreciating the impact of this evolution on erosion in Grand-Lahou. The study of coastline kinematics is based on the numerical interpretation of a series of coastlines derived from LANDSAT satellite imagery covering the period from 1998 to 2014. These features are then inserted into Digital Shoreline Analysis System software (DSAS). This software has the advantage of providing a standardized method that can be repeated for calculating statistical evolution, analyzing past, present and future shoreline changes and allowing the statistical calculation of evolution rates from different coastlines. The results show a migration of the mouth which is made from the east bend to the western cord with a migration speed of 86.60 m / year.

Key words : Cartography, Coastal erosion, Digital Shoreline Analysis System, Mouth of Bandama, Lahou-Kpanda, Côte d'Ivoire

¹Centre Universitaire de Recherche et d'Application en Télédétection (CURAT), Université Félix Houphouët-Boigny, 22 BP 801 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

²Département de Géosciences Marines et de Sédimentologie, Université Félix Houphouët-Boigny, 22 BP 801 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

*Auteur de correspondance : ahonjb.kassi@curat-edu.org / jbkassi77@yahoo.fr

Introduction

L'environnement côtier de la Côte d'Ivoire, avec 566 km de ligne de côte à l'instar des autres pays de l'Afrique de l'Ouest, est menacé par les phénomènes d'aléas naturels telles que la tempête ou submersion marine, l'érosion. L'érosion du littoral ivoirien concerne essentiellement les côtes orientales entre Fresco et Assinie où cinq points chauds ont été identifiés du fait de leur vulnérabilité accrue associée aux enjeux économique et social. Il s'agit notamment, de l'Est vers l'Ouest : Assinie, Grand-Bassam, Port-Bouët, Grand-Lahou et San-Pedro (Djagoua, 2016). Ainsi, la dynamique sédimentaire affecte différemment le rivage ivoirien selon la morphologie et la géologie des côtes. Le long du littoral ivoirien, l'on observe quatre grands fleuves (Comoé, Bandama, Sassandra et Cavally) dont les embouchures connaissent un dynamisme de plus en plus accentué qui se traduit généralement par le déplacement des confluences fleuve-mer (N'guessan *et al.*, 2015).

Au niveau du littoral de Grand-Lahou, au-delà des enjeux économiques (l'ensablement de l'embouchure bloquant la sortie des

bateaux vers la mer) et sociaux (habitations dévastées), il existe des enjeux écologiques. La bande de terre sur laquelle est installée le village de Lahou-Kpanda sert de barrage naturel qui empêche le contact entre la mer et le système lagunaire en aval.

Grand-Lahou est caractérisé par une basse plage sableuse ; il est constamment érodé. C'est l'un des secteurs les plus fragiles (Koffi *et al.*, 1987). Cette côte rectiligne n'est interrompue que par l'exutoire en mer du système lagunaire (lagunes Tagba, Nyouzoumou, Tadio, Mackey) et du fleuve Bandama. L'embouchure du fleuve Bandama est donc un point d'intersection entre trois milieux physiques différents : fluvial, lagunaire et marin. Elle est située à Grand-Lahou entre les longitudes 4° 59'40" et 5°00'40" Ouest et entre les latitudes 5° 07'40" et 5°08'30" Nord (Figures 1 et 2). L'objectif principal de cette étude est de déterminer l'évolution morphologique de l'embouchure et d'apprécier l'impact de cette évolution sur l'érosion des côtes à Grand-Lahou durant les quinze dernières années (1998-2014).

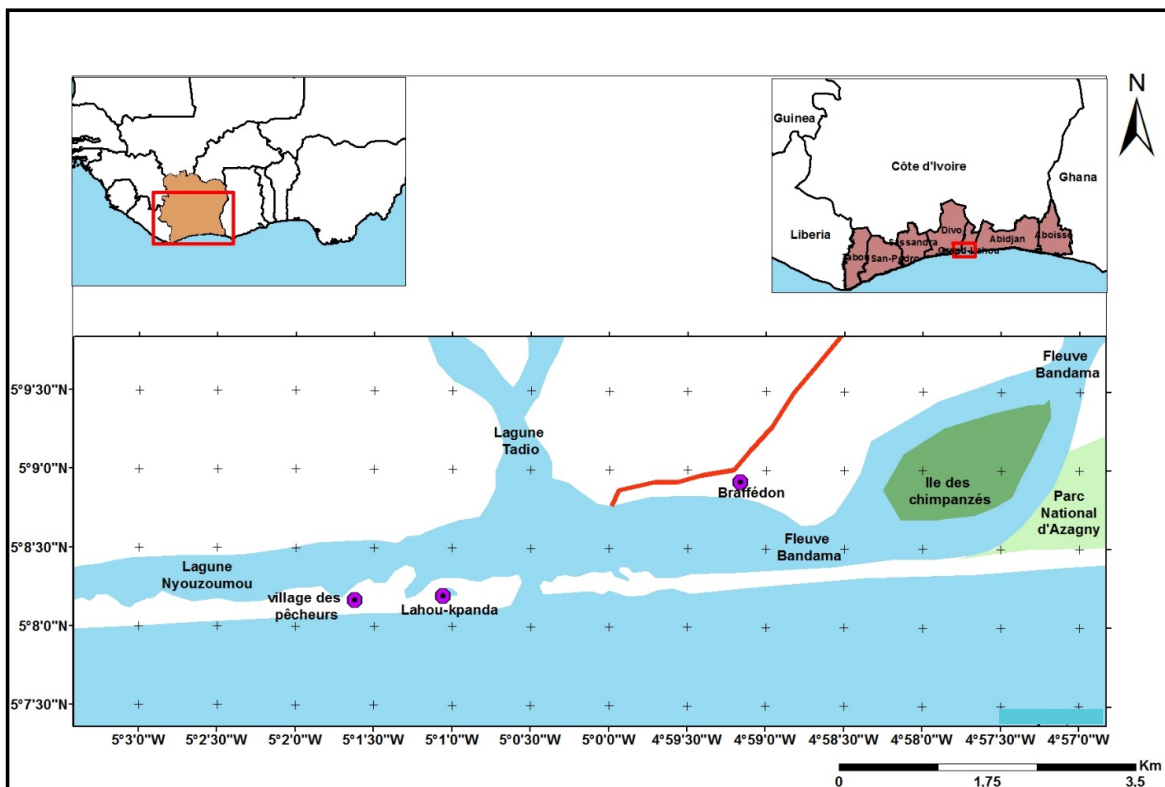


Figure 1 : Présentation du littoral de Grand-Lahou



Figure 2 : Situation géographique de l'embouchure du fleuve Bandama (Google Earth, 2016)
(<https://earth.google.com/web>)

Matériel et Méthodes

Matériel

Les données utilisées pour cette étude portent essentiellement sur deux types d'images LANDSAT : une image TM de l'année 1998 et cinq images ETM+ des années 2001, 2005, 2009, 2011 et 2014. Ces images sont de la scène (Path/Row) 196-056 avec une résolution de 28,5 m, dans la projection UTM, zone 30. Nous avons utilisé trois logiciels (ENVI 5.1 : pour le traitement des images satellitaires, ArcGIS 10.2.2 : pour la digitalisation du trait de côte et la réalisation des cartes et le DSAS 4.3 : pour l'extension d'ArcGIS permettant le calcul des EPR et LRR).

Méthode d'étude

Le traitement des images a débuté dans le logiciel ENVI 5.1. Dans cette première partie, l'application d'un filtre 3*3 a permis de supprimer les rayures présentes sur les différentes images. Nous avons effectué :

- une correction radiométrique des images afin d'effectuer une comparaison d'informations de la même zone à des dates différentes ; les éventuels effets atmosphériques ont été corrigés en utilisant l'outil Dark Subtract du logiciel ENVI 5.1. Des corrections radiométriques ont été faites également afin de passer de valeur de pixel en compte numérique en valeur de réflectance en utilisant l'outil LANDSAT Calibration du logiciel ENVI 5.1 ;

- le géoréférencement pour rendre les différentes images superposables pour éliminer les déformations géométriques et retrouver la réalité géographique. Les images de 2001, 2005, 2009, 2011 et 2014 ont été rectifiées par rapport à l'image de 1998 choisie comme étant l'image de référence en utilisant l'outil « registration ; select GCPs: image to image » du logiciel ENVI 5.1. Il a été question d'une simple vérification car les images LANDSAT sont toujours géoréférencées ;

- le seuillage pour identifier les populations de pixels représentant la zone terrestre et la zone marine.

La deuxième étape du traitement s'est faite dans le logiciel ArcGIS 10.2.2 qui a permis la numérisation (digitalisation) du trait de côte et la réalisation des différentes cartes. Enfin, une dernière étape a été consacrée aux calculs statistiques de l'évolution du trait de côte. Cette étape a été réalisée dans le logiciel DSAS 4.3 dont le support est le logiciel ArcGIS.

L'outil DSAS 4.3 génère de manière automatique des transects régulièrement espacés et détermine à partir des traits de côtes historiques la distance entre ceux-ci. Pour les évolutions statistiques du trait de côte, le logiciel propose plusieurs méthodes dont deux ont été retenues pour cette étude : la méthode des points extrêmes (EPR) et la méthode de la régression linéaire (LRR).

- La méthode des points extrêmes (EPR) utilise les deux positions extrêmes de la ligne instantanée pour son calcul en faisant le rapport de la distance entre la date la plus ancienne et la date la plus récente sur le nombre d'année écoulée entre eux.
- La méthode de la régression linéaire (LRR) utilise toutes les positions disponibles de la ligne instantanée. Le calcul se fait à partir d'une droite de régression linéaire $Y = aX + b$ où la pente « a » de la droite de régression correspond au taux d'évolution.

Dans le cadre de cette étude, nous avons utilisé la méthode de la régression linéaire proposée par le logiciel DSAS car elle est la plus efficace pour une zone d'étude courbée comme c'est le cas pour l'embouchure. Contrairement à la méthode de la régression linéaire qui elle est meilleure pour les zones plus ou moins rectilignes.

Pour une bonne utilisation du logiciel, il

est nécessaire au préalable de préparer les traits de côte au format vecteur et de numériser une ligne de base imaginaire à partir de laquelle DSAS crée des transects qui viendront intercepter les différents traits de côtes. Cette ligne peut être en mer ou sur terre, en droite continue ou segmentée. Mais, chaque segment de la ligne de base doit être placé avec toutes les lignes de côtes à un même côté. L'orientation du transect par les lignes de côtes dépend fortement de la position de la ligne de base (Faye, 2010). Pour réaliser les transects, nous avons utilisé un pas de mesure 10 m entre les transects pour mieux apprécier le détail le long du littoral. La longueur choisie est de 200 m pour être sûre de découper tous les traits de côte de dates différentes. Rappelons que les transects sont des droites perpendiculaires à la ligne de base et qui doivent découper tous les différents traits de côtes.

RÉSULTATS

Au cours des périodes couvrant les années de 1998 à 2005 et de 2009 à 2014, la migration de l'embouchure basée sur la méthode des points extrêmes (EPR) s'est faite du cordon Est vers le cordon Ouest avec une grande variation de sa vitesse (Tableau 1).

Cependant, de 2005 à 2009, on observe que cette migration est caractérisée par un engraissement temporel sur le cordon Ouest. C'est d'ailleurs la seule année où l'on observe ce phénomène durant la période de l'étude (Figure 3).

Tableau 1 : Évolution de l'embouchure à différentes périodes

	1998 -2001	2001 -2005	2005 -2009	2009 -2011	2011-2014
Épaisseur de la bande de terre déplacée en m	151,30	81,65	446,84	656,38	438,01
Vitesse annuelle de déplacement en m/an	-50,43	-20,41	+111,71	-328,19	-146
Sens de déplacement de l'embouchure	Vers l'Ouest	Vers l'Ouest	Vers l'Est	Vers l'Ouest	Vers l'Ouest

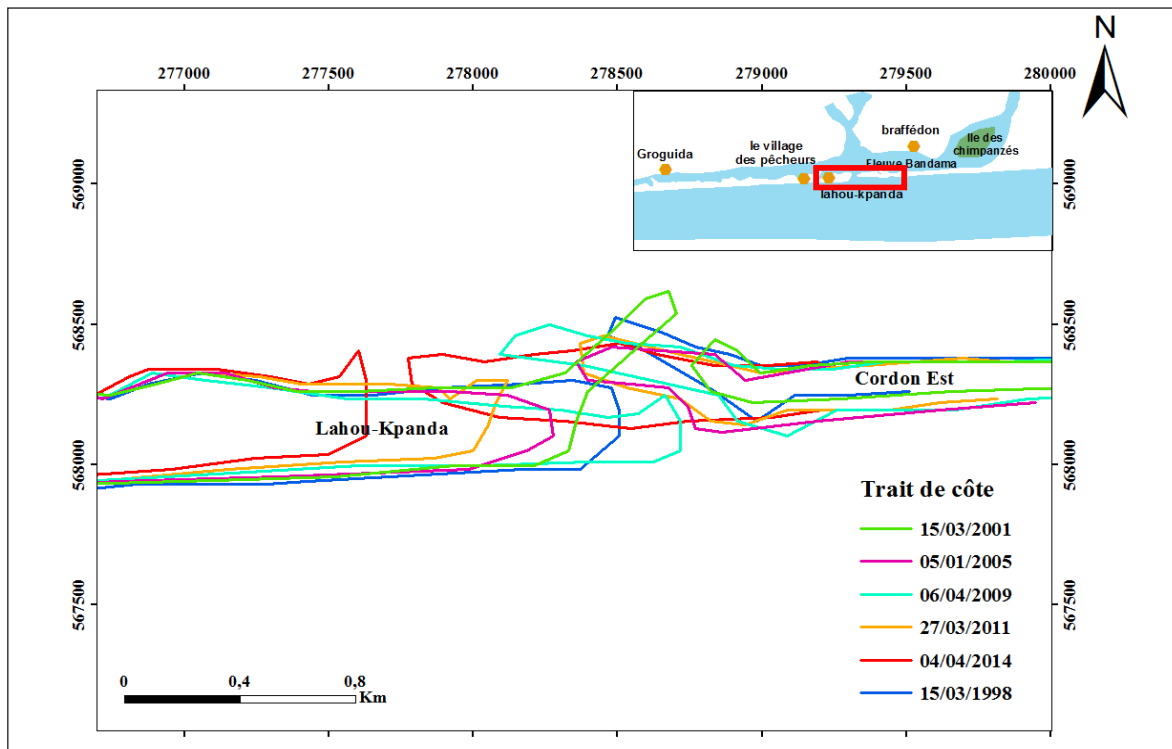


Figure 3 : Évolution de l'embouchure de 1998 à 2014

Évolution de l'embouchure de 1998 à 2005

Les analyses périodiques de cette dynamique montrent que durant la période de 1998 à 2001, la migration de l'embouchure s'est faite principalement du cordon Est vers le cordon Ouest. Ces années montrent une érosion de 151,30 m soit une vitesse de 50,43 m/an (Figure 4).

Au cours de la période 2001 à 2005, la migration de l'embouchure est en continuité toujours dans le sens Est-Ouest et s'amplifie. Ces années montrent une érosion de 81,65 m de terre soit une vitesse de 20,41 m/an (Figure 5).

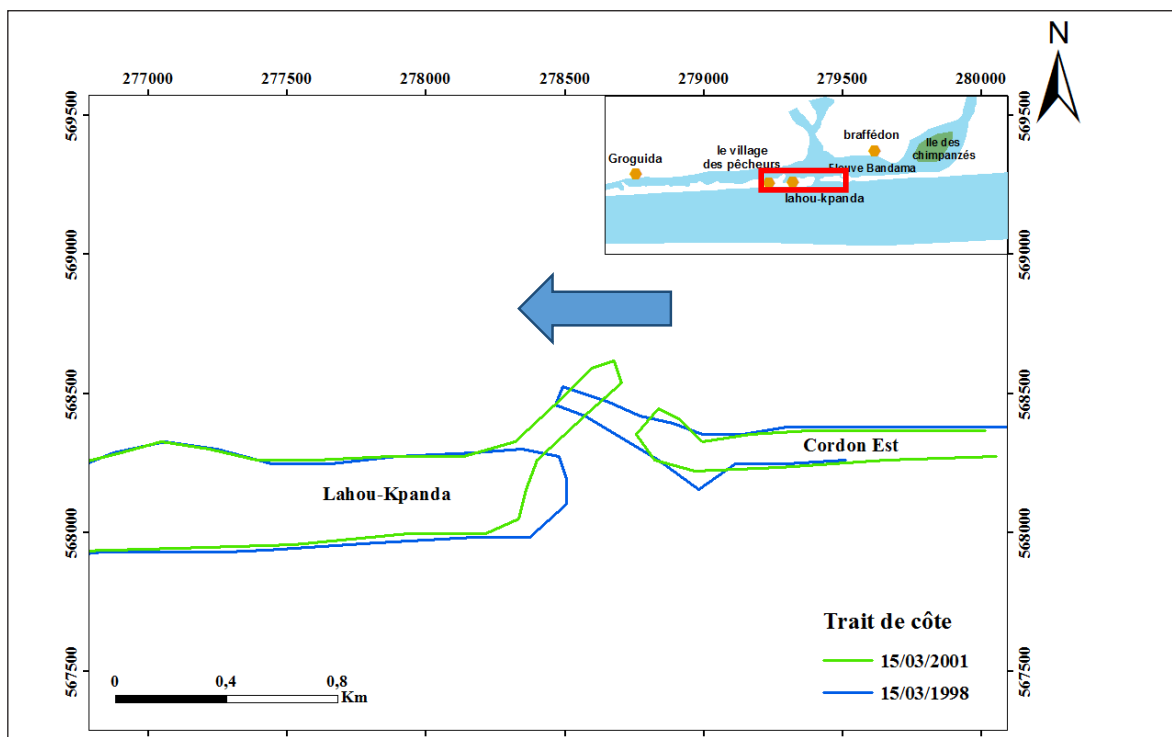


Figure 4 : Évolution de l'embouchure de 1998 à 2001

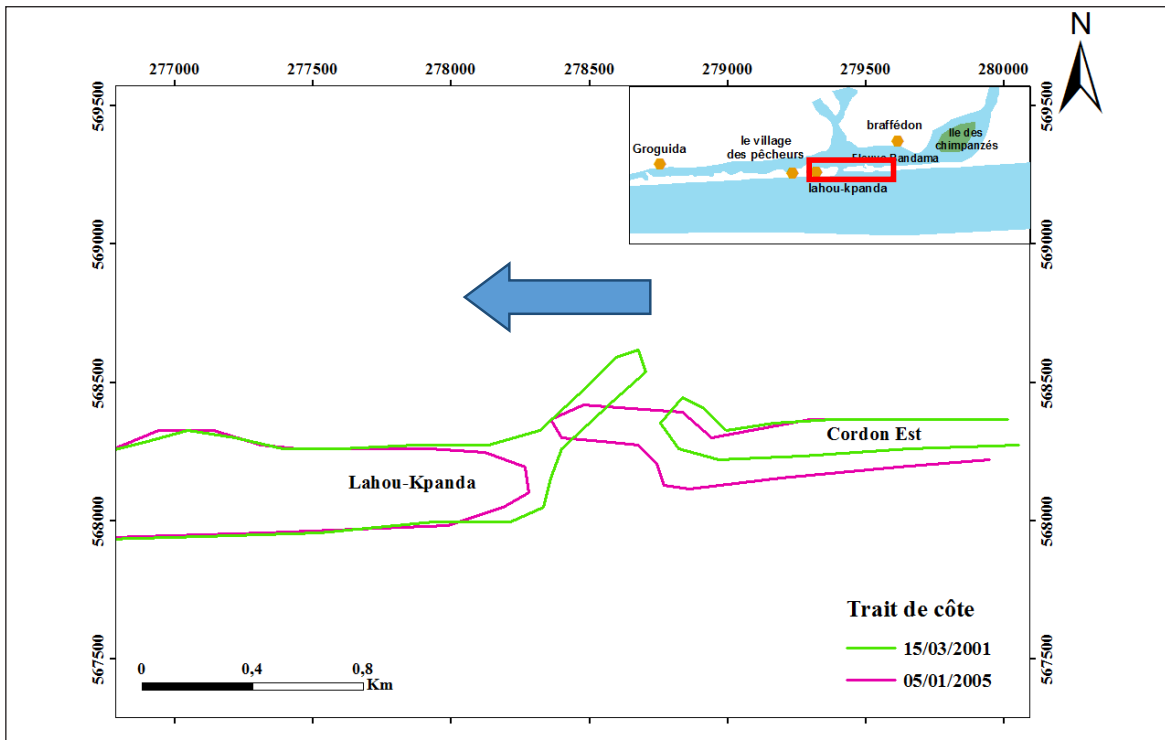


Figure 5 : Évolution de l'embouchure de 2001 à 2005

Évolution de l'embouchure de 2005 à 2009

Pendant les années 2005 à 2009, la migration de l'embouchure contrairement aux années précédentes s'est faite du cordon Ouest vers le cordon Est. Ces années caractérisent un engraissement temporel sur le cordon

Ouest de 446,84 m de terre avec une vitesse de 111,71 m/an (Figure 6). Ce changement brusque de direction pourrait donc être expliqué par l'engraissement important survenu sur les côtes de Grand-Lahou suite à la tempête des 03 et 04 septembre 2008 sur les mêmes côtes.

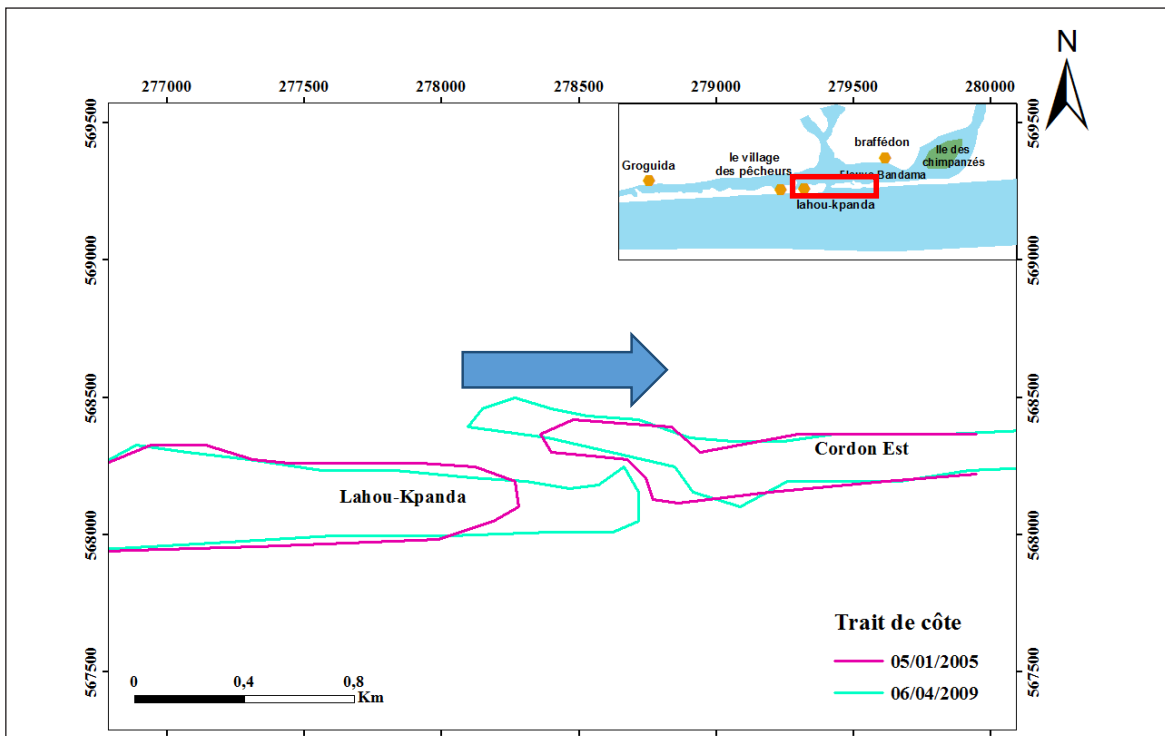


Figure 6 : Évolution de l'embouchure de 2005 à 2009

Évolution de l'embouchure de 2009 à 2014

Au cours de la période 2009 à 2011, la migration de l'embouchure s'est faite à nouveau du cordon Est vers le cordon Ouest. Ces années montrent une érosion de 656,38 m de terre soit une vitesse de 328,19 m/an (Figure 7). Ce constat nous amène à penser qu'en dehors de tout phénomène brusque et

anormale (tempête, tsunami...), la migration de l'embouchure du fleuve Bandama se fait toujours du cordon Est vers le cordon Ouest.

De 2011 à 2014, la migration de l'embouchure est en continuité toujours dans le sens du cordon Est vers le cordon Ouest et s'amplifie. Ces années montrent une érosion de 438,01 m soit une vitesse de 146 m/an (Figure 8).

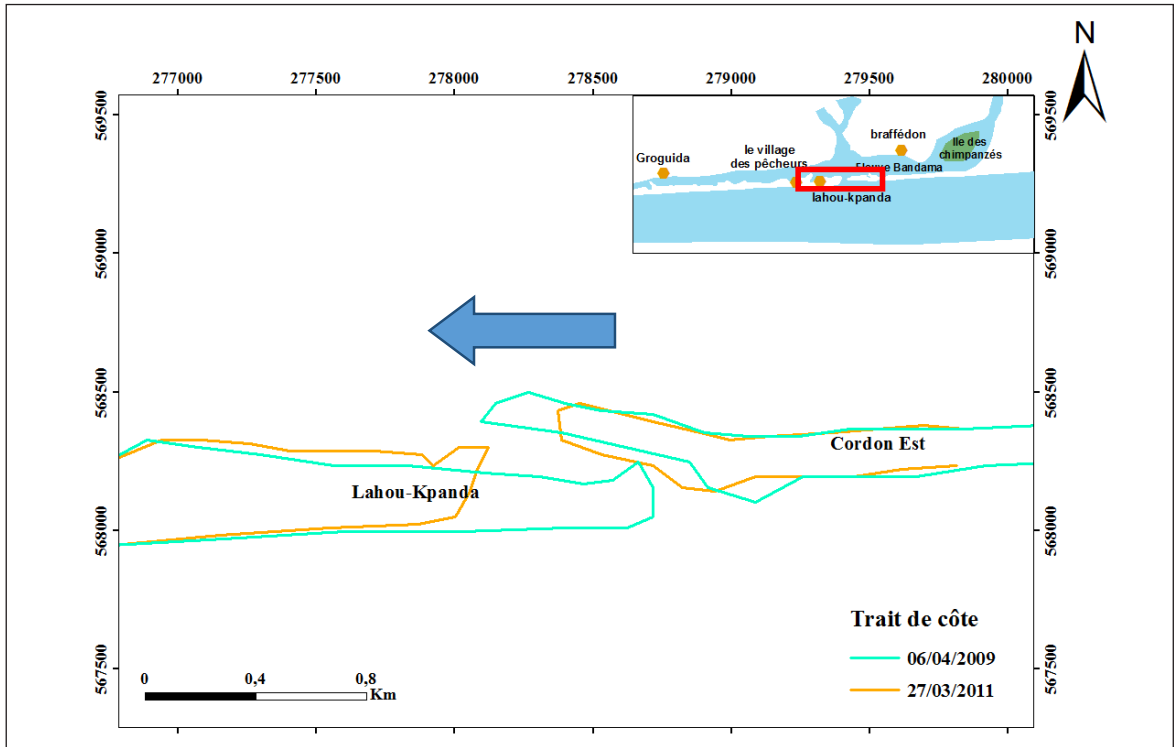


Figure 7 : Évolution de l'embouchure de 2009 à 2011

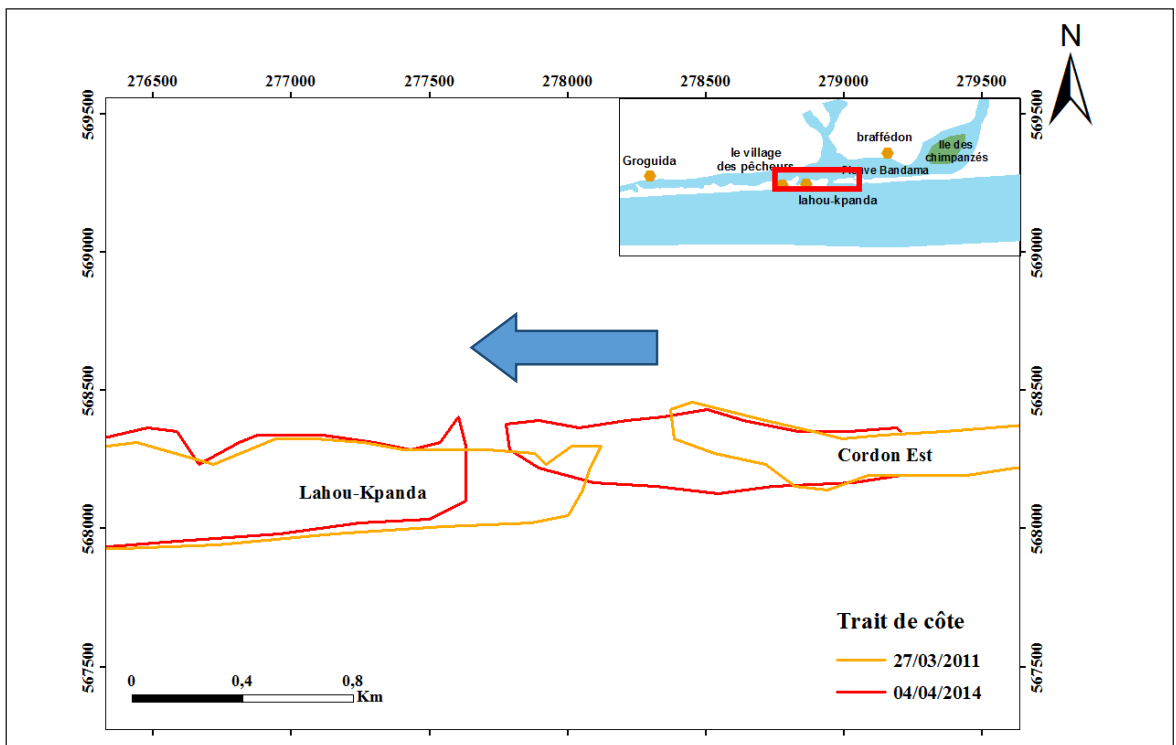


Figure 8 : Évolution de l'embouchure de 2011 à 2014

En somme, de 1998 à 2014, l'embouchure est sujette à une érosion active plus poussée d'année en année. La migration de l'embouchure se fait avec une vitesse

de 86,60 m/an sur une distance de 880,96 m soit une vitesse de 7,20 m/mois. Ce qui entraîne un changement morphologique de l'embouchure (Figure 9).

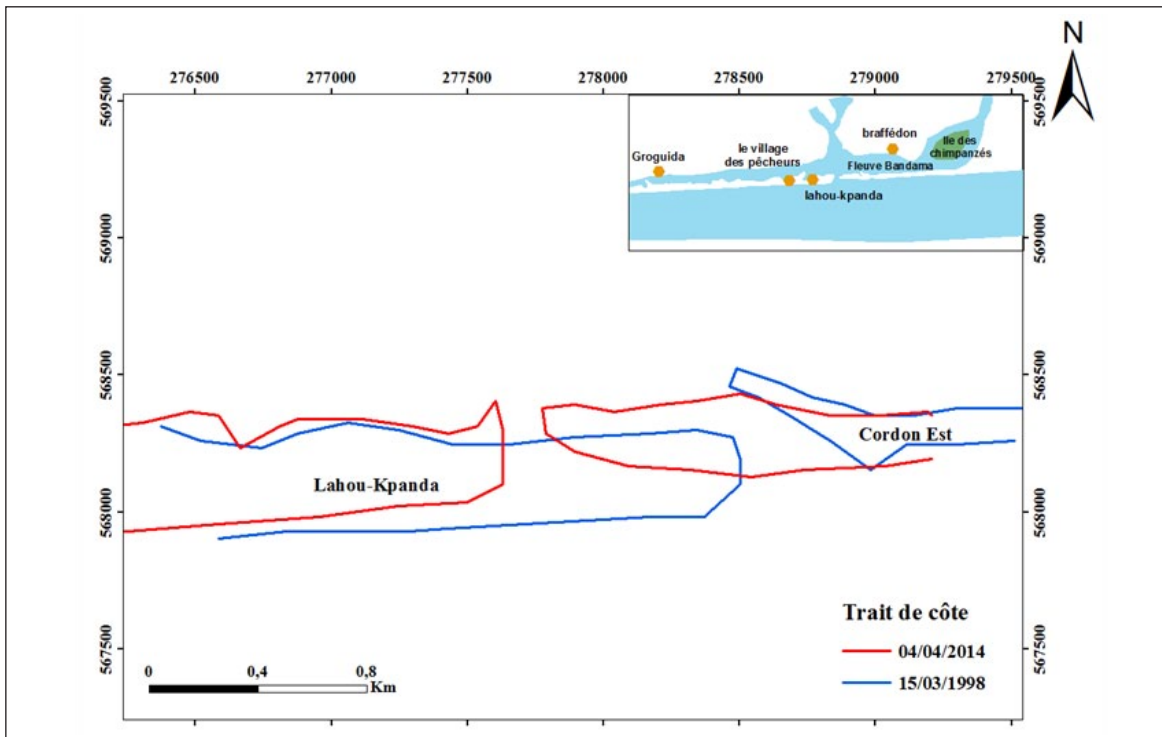


Figure 9 : Évolution générale de l'embouchure de 1998 à 2014

Discussion

L'analyse générale des différentes cartes réalisées à l'embouchure du fleuve Bandama fait état d'une migration importante de l'embouchure du cordon Est vers le cordon Ouest de 1998 à 2014. Abé *et al.* (1993), lors d'une étude sur la morphologie et l'hydrodynamique à l'embouchure du fleuve Bandama, ont relevé que cette migration s'accompagne d'un recul effectif du trait de côte sur le cordon Ouest de l'embouchure tandis que le cordon Est subit un engraissement qui dure plus de 40 ans provoquant ainsi un changement de son emplacement.

Les résultats de nos investigations de même que ceux de Wognin *et al.* (2013) montrent deux types de morphologies liées aux

conditions du milieu au moment de la prise de vue des images. En période d'étiage, la largeur de la passe est très réduite (environ 70 m). Sur le bord Est de la passe, s'accumulent d'importantes quantités de sables marins qui emmènent le cordon Est à évoluer progressivement vers l'Ouest. En période de crue, la flèche sableuse formée sur le bord Est de la passe à l'étiage disparaît pour faire place à une passe élargie (plus de 200 m).

Ces résultats sont en accord avec ceux de Wognin *et al.* (2005) qui ont montré que ces caractéristiques morphologiques de l'embouchure au niveau de Grand-Lahou varient aussi avec les marées. Selon eux, Grand-Lahou est menacé de disparition par l'évolution morpho-sédimentaire de l'embouchure du fleuve Bandama.

Conclusion

Il ressort de cette étude que le littoral ivoirien à Grand-Lahou est fragile. La tendance est érosive avec une migration de 86,60 m/an. La capacité de résilience des plages fait qu'il y a une alternance entre érosion et engraissement. Cette résilience devrait permettre de rééquilibrer autant que possible la plage. Cependant, elle est faible à Grand-Lahou et d'où la tendance générale est l'érosion.

Avec cette migration de l'embouchure, il y a lieu de procéder à un aménagement après une étude poussée dans cette zone pour éviter une catastrophe écologique. Cette étude devrait permettre de mettre en place un système de prévision de la position de l'embouchure à des dates différentes ou trouver une solution pour stabiliser la position de l'embouchure.

Références Bibliographiques

- Abé J, Bakayoko S, Bamba SB, Koffi KP. 1993. Morphologie et hydrodynamique à l'embouchure du fleuve Bandama. *Journal Ivoirien d'Océanologie et de Limnologie*, 2(2) : 9-24.
- Djagoua EMV, Bakayoko F, Kouadio MJ, Kassi AJB, Mobio ABH. 2016. Cartographie de la dynamique du trait de côte à Grand-Lahou : utilisation de l'outil «Digital Shoreline Analysis System (Dsas)» *European Scientific Journal*, 12 (36) : 327-335.
- Faye I. 2010. Dynamique du trait de côte sur les littoraux sableux de la Mauritanie à la Guinée-Bissau (Afrique de l'Ouest) : approche régionale et locale par photo-interprétation, traitement d'images et analyses de cartes anciennes. Thèse de l'Université de Bretagne Occidentale, Brest, France, 321 p.
- Koffi KP, Abé J, Affian K. 1987. Évolution actuelle du littoral ivoirien. Résultats préliminaires du suivi 1985-1987. Centre de Recherches Océanologiques. Abidjan, 7 p.
- Koffie-Bikpo CY. 2006. Modification des conditions hydrologiques et évolution des méthodes de pêches dans la lagune de Grand-Lahou. *Revue du CAMES - Nouvelle Série B*, 007 (2) : 121-131.
- N'guessan YA, Wango T, Konan KE, Adingra A, Amani EM, Mondé S, Affian K, Aka K. 2015. Hydrologie et morphologie de l'estuaire du fleuve Sassandra, Basse Côte d'Ivoire. *Afrique Science*, 11(2) : 161 - 172.
- Tiemélé JA. 2016. Analyse de la dynamique morpho-sédimentaire et essai de modélisation de la submersion marine de la zone Côtière ivoirienne : cas des côtes de Port-Bouët et de Mondoukou (Grand-Bassam). Thèse de Doctorat, Université de Cocody, Abidjan, 168p.
- Wognin AIV, Affian K., Mondé S, Coulibaly A, Aka K. 2005. Grand-Lahou (Côte d'Ivoire), ville menacée de disparition par l'évolution morpho-sédimentaire de l'embouchure du fleuve Bandama. *Africa Geoscience Review*, 12 (4) : 321-334.
- Wognin AIV, Coulibaly AS, Akobe AC. 2013. Morphologie du littoral et cinématique du trait de côte de Vridi à Grand-Bassam (Côte d'Ivoire). *Journal of Environmental Hydrology*, 21(1) : 1-10.

INVENTAIRE PRÉLIMINAIRE DES SERPENTS DE LA VILLE DE TENGRÉLA ET SES ALENTOURS (NORD-OUEST, CÔTE D'IVOIRE)

AKAFFOU MH^{1,2*}, ALLALI BK¹, COULIBALY Z¹, KONAN KL¹, CAMARA A^{1,2}, YAO KA², SAWADOGO A¹, DOSSO M¹

RÉSUMÉ

Peu d'études ont été consacrées aux Ophidiens des régions de savane de Côte d'Ivoire. Pour ce faire, des captures de serpents menées dans la ville de Tengréla et ses alentours en mars et juin 2017 par la méthode de capture à la main, ont permis de recenser un total de 12 espèces et un individu non identifié. Les espèces identifiées sont regroupées en cinq familles (Pythonidae, Colubridae, Lamprophiidae, Elapidae et Viperidae). *Echis ocellatus* (21 individus, Fréquence relative = 48,85 %) et les Viperidae (29 individus, Fréquence relative = 67,46 %) constituent respectivement l'espèce et la famille les plus abondantes du peuplement. La ville de Tengréla est plus riche en espèces. Du point de vue de leurs habitats préférentiels, sept espèces (Fréquence relative = 58,33 %) sont strictes de savane, tandis que les cinq autres se retrouvent à la fois en forêt et en savane ivoiriennes. Au sein de cette savane, les habitations sont les plus diversifiées (six espèces et le taxon non identifié ; $H' = 2,4$) suivi des jachères de coton (six espèces ; $H' = 1,1$). Les plantations d'anacardes sont les moins diversifiées (deux espèces ; $H' = 0,24$). La quasi-totalité des espèces inventoriées est non évaluée sur la liste rouge de l'Union Mondiale pour la Conservation de la Nature (UICN). Ces résultats pourraient faire du département de Tengréla, un site important pour la collecte de serpents venimeux comme *Echis ocellatus* pour constituer une banque de venin de référence et pour l'étude des ophidiens dans un souci de conservation. Les serpents ramenés du terrain seront suivis pour leur maintien ex-situ. En dehors des prélèvements de venins, ils serviront aussi à satisfaire la curiosité du grand public.

Mots clés : Serpent, Biodiversité, Tengréla, Côte d'Ivoire.

PRELIMINARY INVENTORY OF SNAKES OF THE CITY OF TENGRELA AND ADJACENT AREAS (NORTH-WEST, CÔTE D'IVOIRE)

ABSTRACT

Few studies have been conducted on Ophidians in the savanna regions of Côte d'Ivoire. To do this, snake catches in the town of Tengrele and its surroundings in March and June 2017 by hand-catching method, have identified a total of 12 species in addition to one unidentified individual. These identified species are grouped into five families (Pythonidae, Colubridae, Lamprophiidae, Elapidae and Viperidae). *Echis ocellatus* (21 individuals, relative frequency = 48.85%) and Viperidae (29 individuals, relative frequency = 67.46%) are respectively the most abundant species and family of the population. The town of Tengrele is richer in species. In terms of their preferred habitats, seven species (relative frequency = 58.33%) are strict savannah, while the five others are found both in the forest and savanna of Côte d'Ivoire. Within this savanna, the dwellings are the most diversified (six species and the unidentified taxon, $H' = 2,4$) followed by cotton fallows (six species, $H' = 1,1$). Cashew plantations are the least diversified (two species, $H' = 0,24$). Almost all inventoried species are not evaluated on the World Conservation Union (IUCN) Red List. These results could make the department of Tengrele, an important site for the collection of poisonous snakes like *Echis ocellatus* to constitute a bank of reference venom and for the study of ophidians for the sake of conservation. The snakes brought back from the ground will be followed for their ex-situ maintenance. Apart from taking venom, they will also serve to satisfy the curiosity of the general public.

Key words : Snake, Biodiversity, Tengréla, Côte d'Ivoire.

¹Unité d'Entomologie et d'Herpétologie, Institut Pasteur de Côte d'Ivoire, 01 B.P. 490 Abidjan 01,

²Unité de Recherche de Biologie de la Conservation et Gestion de la Faune, Laboratoire de Zoologie et Biologie Animale, Université Félix Houphouët-Boigny 22 B.P. 582 Abidjan 22 (Côte d'Ivoire)

*Auteur de correspondance : akafpasteur@gmail.com

Introduction

L'herpétofaune représentée par les lézards, les tortues, les crocodiles, les serpents et les amphibiens constitue un composant majeur de la faune africaine (Trape *et al.*, 2012). Pourtant, les informations disponibles sur les reptiles non-aviens d'Afrique de l'Ouest restent encore aujourd'hui très parcellaires en raison du faible nombre de travaux qui leur ont été consacrés, de la dispersion de ces travaux dans un grand nombre de revues scientifiques souvent peu accessibles et de l'absence d'ouvrage de synthèse (Trape *et al.*, 2012 ; Chirio, 2013).

En 1977, les travaux de Courtois et Chippaux mentionnaient 82 espèces ophidiennes en Côte d'Ivoire. La compilation des publications de Rödel *et al.* (1995 ; 1999), Rödel et Mashberg (2000), Ernst et Rödel (2002) et celle de Trape et Baldé (2014)

donne actuellement une liste de 101 espèces ophidiennes connues pour ce pays. Cependant, la plupart des travaux importants sur les serpents ont été menés dans les régions forestières et de transition savane-forêt (Courtois et Chippaux, 1977 ; Barbault, 1992 ; Rödel et Mashberg, 2000 ; Akaffou *et al.*, 2017) du pays. Cette liste pourrait s'avérer non exhaustive en raison du peu d'études consacrées à la faune ophidienne des régions de savane ivoirienne (Rödel *et al.*, 1995 ; 1999). L'objectif de ce travail est d'améliorer les connaissances sur la diversité ophidienne des milieux savanicoles, par la détermination de la composition spécifique des serpents de la ville de Tengréla et ses alentours. La diversité spécifique des serpents dans quelques habitats (habitations, plantations d'anacardes et jachères de coton) est analysée.

Matériel et Méthodes

Sites d'étude

Les inventaires se sont déroulés dans le Département de Tengréla, ville frontalière du Mali, située au nord de la Côte d'Ivoire, dans la région administrative de la Bagoué, à 10°29' de latitude nord et 6°22' de longitude ouest, en milieu savanicole (Figure 1). La ville est arrosée d'importants fleuves et de rivières affluents (Koné, 2017).

La localité est soumise à un climat de type soudanais caractérisé par une longue saison sèche (octobre à mai) et une saison des pluies ayant deux maxima, l'un en juin, l'autre en août. La pluviométrie moyenne annuelle est de l'ordre de 842 mm avec cependant, une variabilité assez forte dans la répartition des pluies depuis quelques années.

La température moyenne annuelle est égale à 27,6 °C avec des variations mensuelles avoisinant 6,1 °C. L'humidité relative est de 9 %. La ville est située sur un relief plat recouvert de savane arborée qui présente l'association de forêts claires et de savanes herbeuses.

Les études se sont déroulées dans la ville de Tengréla (10°28'143"N ; 006°23'512"O), à San (10°26'770"N ; 006°24'591"O), à Bolona (10°17'937"N ; 006°26'070"O) à Kanakono (10°29'279"N ; 006°21'389"O) et à Sissengué (10°26'49"N ; 006°13'00"O) (Figure 1). Dans chacun de ces sites, trois habitats de 10 hectares chacun ont été investigués avec l'accord des autorités coutumières. Ce sont des habitations, des jachères de coton (*Gossypium* sp. L.) et des plantations d'anacardes (*Anacardium occidentale* L.). Les habitations sont des ouvrages modernes ou en banco où en plus de la présence de l'homme, se déroulent, à proximité, des élevages de poules domestiques, de caprins, parfois de bovins et sont parfois envahis par des arbustes et d'herbacés non entretenus. Les plantations d'anacardes investiguées sont matures ; l'ensemble des arbustes qui les composent forment une canopée fermée et leurs feuillages morts couvrent entièrement les sols qui les abritent. Les jachères de coton, se caractérisent par un ensemble de tiges de coton laissées à l'abandon sur des sols au repos en attente de la prochaine saison des pluies ; ses sols renferment de nombreux trous de rongeurs.

La réalisation de cette étude a nécessité l'usage de matériel de capture (crochet de fixation et de pince pour reptile), de protection (lunettes, paires de bottes), de

géolocalisation (GPS MAP 64), de transport (sacs et cages à reptiles) et d'identification (loupe binoculaire, clés d'identification de Chippaux, 2006 et de Trape et Mané, 2006).

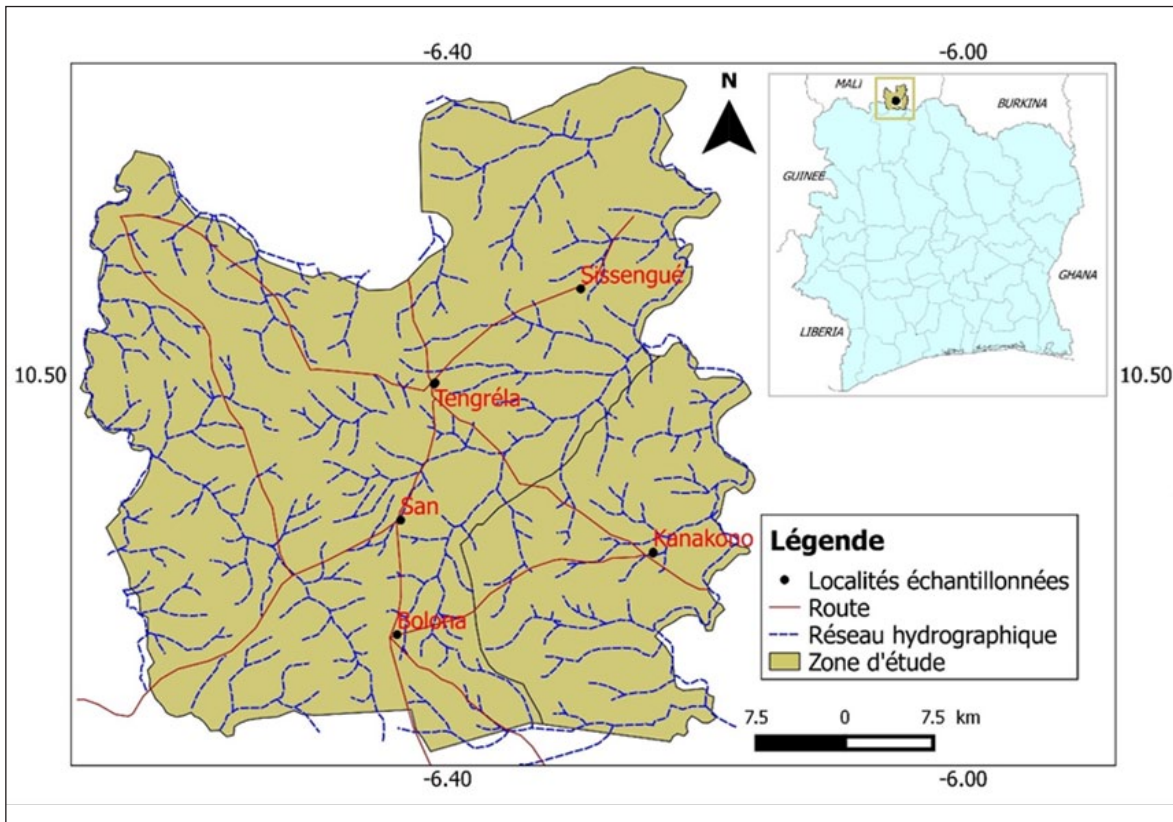


Figure 1 : Situation géographique de la zone échantillonnée

Approches méthodologiques

Tous les sites ont été visités pendant 13 jours au cours des mois de mars et juin 2017. La méthode utilisée est celle décrite par Blomberg et Shine (1996). Cette méthode consiste à fouiller sous les pierres, les feuilles mortes, les troncs d'arbres, dans les trous et les bordures des fosses à l'aide d'un bâton pendant 12 heures par jour, de 7h à 11 h, de 13h et 17h et de 22h à 02h. Au total, 36 heures de recherche ont été menées dans la ville de Tengréla, tandis que 30 heures ont été consacrées à chacun des quatre autres sites de collecte. Lorsqu'un serpent était vu dans l'un des sites, il était immobilisé à l'arrière de la commissure de la tête à l'aide d'un crochet à serpent puis capturé avec une pince et identifié sur place ; les serpents venimeux ayant un intérêt médical et un individu non identifié ont été gardés pour être transportés

au vivarium de serpents de l'Institut Pasteur de Côte d'Ivoire.

Les premiers serviront ultérieurement à la collecte de venins de référence entrant dans la fabrication de sérum antivenimeux et le second fera l'objet au laboratoire d'un examen profond pour son identification. Dans un souci de conservation, les autres étaient relâchés sur place et ceux des habitations, dans l'environnement naturel, loin des habitations. L'identification des serpents s'est effectuée par l'observation des écailles (leur forme, leur nombre et leur position sur le corps) basée sur la clé de Trape et Mané (2006). La nomenclature des genres et des familles suit celle de la liste systématique des serpents de Côte d'Ivoire proposée par Trape et Mané (2014). Les noms en français sont ceux utilisés par Trape et Mané (2006).

Analyse des données

L'indice de diversité de Shannon,
 $H' = \sum ni/N * \log (ni/N)$ avec

Fr = ni/N , la fréquence (proportion) de la *i*ème espèce de la communauté ;

ni : nombre d'individus de l'espèce *i* ;

N : nombre total d'individus constituant l'échantillon.

Cet indice (H') a été utilisé pour comparer les communautés de serpents dans les différents habitats.

La diversité spécifique des trois habitats a été comparée à partir de l'analyse des fréquences des espèces (test de Friedmann, seuil $\alpha = 0,05$) réalisée à l'aide du logiciel XLSTAT PRO version 2016

Résultats

Diversité des ophidiens

Le tableau 1 ci-dessous dresse la liste et quelques caractéristiques de la faune ophidienne obtenue. Globalement, les sites retenus ont abrité dans la période de l'étude une faune ophidienne riche de 12 espèces identifiées et une dont le nom d'espèce n'a pas été identifié avec un effectif cumulé de 43 individus (Figure 2). L'espèce la plus abondante du peuplement est *Echis ocellatus* Stemmler, 1970 (21 individus, Fr = 48,85 %). L'ensemble des individus d'ophidiens ont été répartis dans cinq familles. Les Colubridae (trois espèces, Fr= 23,10%) et les Lamprophiidae (quatre espèces, Fr= 30,77 %) renferment les plus grandes richesses spécifiques (sept espèces soit 53,87 % de l'ensemble des espèces rencontrées). D'autres familles, moins bien représentées méritent cependant d'être citées. Il s'agit des Viperidae (trois espèces, Fr = 23,10%) et des Elapidae (deux espèces, Fr = 15, 38%). Une seule famille, les Pythonidae ne compte qu'une seule espèce soit 7, 69 % de l'ensemble de la richesse spécifique.

Les Viperidae (29 individus, Fr = 67,46 %) ont été les plus abondantes d'un point de vue numérique. La ville de Tengréla est le site le plus diversifié (neuf espèces, Fr = 69, 23 %). Elle est suivie par la localité de San (quatre espèces, Fr = 30, 77 %) ; les sites les moins diversifiés sont Sissengué (deux espèces, Fr = 15, 38 %), Bolona et Kanakono (une espèce chacune, Fr = 7, 69 %).

Caractérisation qualitative du peuplement

Au niveau de l'habitat préférentiel, on a dénombré sept espèces de savane (*Python regius*, *Dasypeltis confusa*, *Lycophidion semicinatum*,

Psammophis elegans, *Psammophylax togoensis*, *Bitis arietans* et *Echis ocellatus*) et cinq espèces (*Naja melanoleuca*, *Naja nigricollis*, *Psammophis phillipsii*, *Philothamnus heterodermus* et *Crotaphopeltis hotamboeia*) qui sont à la fois généralistes de forêt et des milieux savanicoles.

L'analyse des fréquences des espèces (test de Friedmann) montre qu'il n'y a pas de différences significatives des fréquences des ophidiens observés à l'intérieur des trois habitats investigués ($p = 0,065$; ddl = 2). La comparaison des indices de diversité des milieux investigués (Tableau 2) montre que les habitations sont les plus diversifiées (six espèces et l'individu non identifié ; $H' = 2,4$) suivi des jachères de coton (six espèces ; $H' = 1,1$). Les plantations d'anacardes sont les moins diversifiées (deux espèces ; $H' = 0,24$). En effet, quatre espèces (*Naja melanoleuca*, *Naja nigricollis*, *Psammophis elegans* et *Psammophis phillipsii*) et l'individu non identifié sont exclusives des habitations humaines tandis que quatre autres (*Python regius*, *Dasypeltis confusa*, *Crotaphopeltis hotamboeia*, *Psammophylax togoensis*) ont été exclusivement extraites des jachères de coton. Deux espèces (*Echis ocellatus* et *Lycophidion semicinatum*) sont communes à ces deux milieux. Les autres espèces (*Bitis arietans* et *Philothamnus heterodermus*) nichent dans les plantations d'anacarde.

Parmi les espèces inventoriées, quatre (*Bitis arietans*, *Echis ocellatus*, *Naja melanoleuca* et *Naja nigricollis*) qui ont un intérêt médical ont été gardés (Figure 3). En considérant le statut de conservation, aucune des espèces rencontrées dans les sites ne figurent sur la liste rouge des espèces menacées de l'IUCN.

Tableau 1 : Liste systématique et en français du peuplement d'ophidiens recensés à Tengréla en mars et juin 2017 selon les habitats et le statut de conservation.

Pca : Point de Capture ; HP : Habitat Préférentiel ; SC : Statut de Conservation UICN ; JC : jachères de coton ; P : Plantation d'anacarde ; H : Habitation ; ni : Abondance de l'espèce i ; S : Savane, M : Mixte, F : Forêt, Fr : fréquence relative ; * : serpents d'intérêt médical ; LC : Préoccupation Mineur ; NE : Non Evalué.

Familles	Espèces	Nom français	SI	Pca	HP	SC	ni	Fr (%)
Pythonidae	<i>Python regius</i> (Shaw, 1802)	Python royal	Tengréla	JC	S	LC	1	2,32
Colubridae	<i>Crotaphopeltis hotamboeia</i> (Laurenti, 1768)	Hétérure commune	Tengréla	JC	M	NE	1	2,32
	<i>Dasypeltis confusa</i> Trape & Mané, 2006	Couleuvre mangeuse d'œufs confondante	Sissengué	JC	S	NE	1	2,32
	<i>Philothamnus heterodermus</i> (Hallowell, 1857)	Philothamne du Gabon	San	P	M	NE	1	2,32
Lamprophiidae	<i>Lycophidion semicinctorum</i> (Duméril, Bibron & Duméril, 1854)	Lycophidion semi-annelé	Tengréla / San	H/JC	S	NE	3	6,98
	<i>Psammophis elegans</i> (Shaw, 1802)	Psammophis élégant	Tengréla	H	S	NE	2	4,66
	<i>Psammophis phillipsii</i> (Hallowell, 1844)	Psammophis de Phillipe	Tengréla	H	M	NE	2	4,66
	<i>Psammophylax togoensis</i> (Matschie, 1893)		Tengréla	JC	S	NE	1	2,32
Elapidae	<i>Naja melanoleuca</i> Hallowell, 1857*	Naja noir et blanc/Cobra	San	H	M	NE	1	2,32
	<i>Naja nigricollis</i> Reinhardt, 1843*	Naja cracheur à cou noir	Tengréla	H	M	NE	1	2,32
Viperidae	<i>Bitis arietans</i> (Merrem, 1820)*	Vipère heurtante	Tengréla/Bolona	P	S	NE	7	16,29
	<i>Echis ocellatus</i> Stemmler, 1970*	Echis ocellé	Tengréla/San/Kanakono/Sissingué	H/JC	S	NE	21	48,85
	Taxon non identifié	?	Kanakono	H	?	?	1	2,32
Total							43	100



Figure 2 : Quelques représentants des serpents capturés à Tengréla et ses alentours

(1-*Python regius*; 2-*Dasypeltis confusa*; 3-*Lycophidion semicinctorum* et 4-Individu non identifié)

Tableau 2: Richesse spécifique et Indice de Shannon en fonction des habitats

Indices	Habitations	Plantations d'anacardes	Jachères de coton
Richesse spécifique (S)	7	2	4
Indice de Shannon (H')	2,41	0,24	1,1

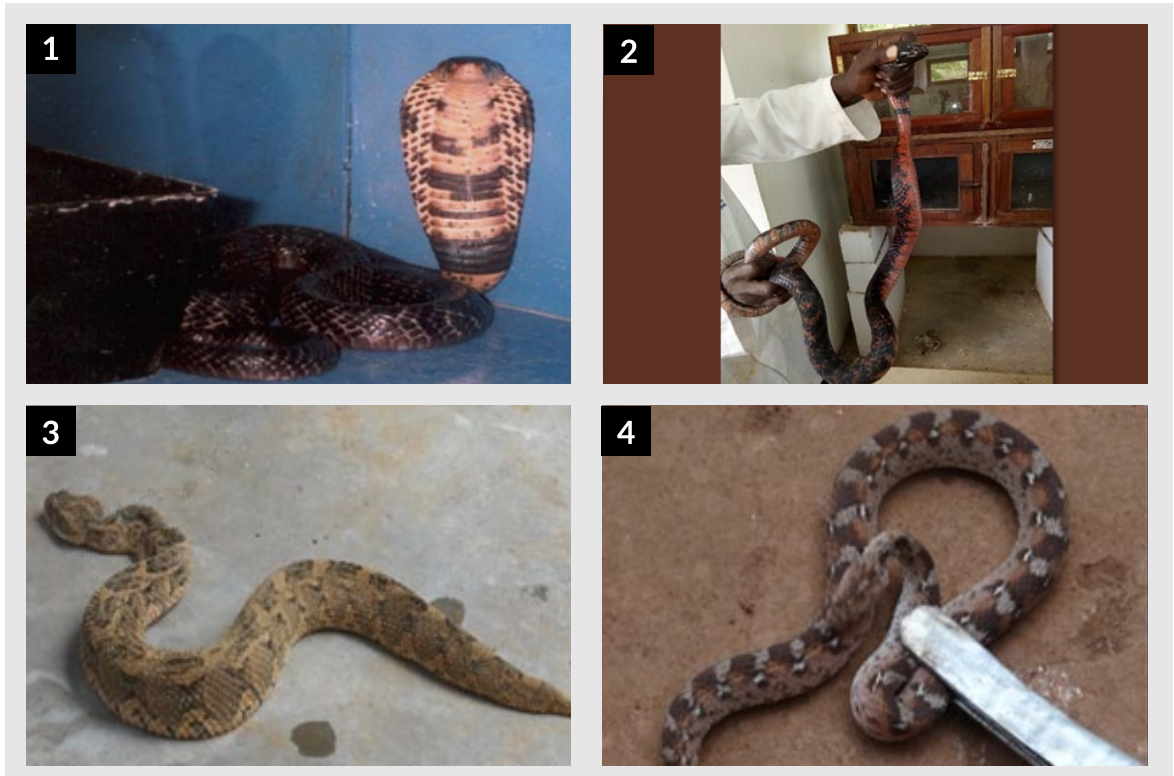


Figure 3 : Serpents d'intérêt médical capturés à Tengréla

(1-*Naja melanoleuca* ; 2-*Naja nigricollis* ; 3-*Bitis arietans* et 4-*Echis ocellatus*)

Discussion

Cette étude donne pour la première fois des informations sur la faune ophidienne du département de Tengréla. Une espèce, non identifiée mais ayant la denture d'une Viperidae (soléno glyphe) est absente de la collection historique des ophidiens de l'Institut Pasteur de Côte d'Ivoire. Son identification, en cours, pourrait améliorer nos connaissances sur la diversité des serpents de Tengréla et partant celle des savanes ivoiriennes. La proximité de Kanakono, lieu de capture de l'individu inconnu avec le Mali (trois kilomètres les séparant) pourrait témoigner du fait que l'individu inconnu serait présent à la fois à Tengréla (Côte d'Ivoire) et au Mali. La richesse spécifique du département de Tengréla dans la présente étude est faible (12, 87 %) comparée

à celle connue de Côte d'Ivoire (101 espèces) (Trape et Baldé, 2014).

Cette faible richesse serait liée à la combinaison de deux facteurs, la courte durée d'étude (26 jours) et la méthode de capture exclusivement active. Pour cette dernière, les individus capturés sont ceux qui ont été vus, laissant échapper les espèces discrètes. Ces résultats sont semblables à ceux obtenus par Akaffou *et al.* (2017), qui ont utilisé la même méthode dans les plantations d'hévéa d'Anguédédou.

Par ailleurs, la richesse spécifique relativement élevée des Colubridae et des Lamprophiidae est due à leur appartenance à l'ancienne famille des Colubridae (*Sensu lato*) dont elles sont issues et qui renfermaient un plus

grand nombre d'espèces. Aussi, leur éthologie (préférences trophiques, activité diurne, quête de température, de nourriture et de partenaire sexuel) favoriserait la fréquence élevée des rencontres des espèces de ces familles.

La richesse en espèce relativement importante du site de Tengréla peut être corrélée au temps de collecte un peu plus important consacré à ce site (36 heures). Aussi, cette observation témoignerait du fait que cette localité, bien que plus anthropisée, permet encore le maintien d'une diversité ophidienne remarquable. En effet, la ville est constituée de plusieurs blocs urbanisés séparés les uns des autres par de vastes espaces naturels, pouvant abriter une diversité de faune comme le soulignaient Konan *et al.* (2014). L'abondance de *Echis ocellatus* pourrait être attribuée à la contribution des communautés ; la crainte que leur inspire cette espèce ainsi que leurs activités champêtres ont permis la capture d'un plus grand nombre, dénichés de leurs micro habitats (fosses des rongeurs, bois de chauffe entassés etc.).

En outre, l'abondance du nombre d'espèces des milieux savanicoles (sept espèces strictes de savanes) s'expliquerait par le fait que d'une part, les collectes ont eu lieu en savane et que d'autre part, les savanes boisées offraient de meilleures conditions d'existence (nourriture disponible, tolérance physiologique, compétitions intra et interspécifiques moindres, prédation moins poussée, etc.) aux ophidiens. Ces observations sont similaires aux travaux de Dikko (2001) relatifs à la distribution reptilienne du Parc national de Bouda Ndjidah (Nord-Cameroun).

Au sein de ce milieu savanicole (Tengréla et ses alentours), la distribution des serpents varie dans les trois habitats investigués (habitations, plantations d'anacardes et jachères de coton). Les habitations ont été les plus diversifiés

suivies des jachères de coton et des plantations d'anacardes. Les caractéristiques des habitations (végétations non entretenues) ainsi que certaines activités humaines (élevage de poules domestiques, entassement d'ordures ménagères) offrent des proies potentielles et des gîtes favorables à leur maintien dans ce milieu. Par contre, les plantations d'anacardes sont régulièrement débarrassées du feuillage qui gisent sur le sol qui les abritent et traitées par des produits phytosanitaires ; ce qui pourrait avoir pour effet de réduire considérablement les faunes qu'elles pourraient abriter, dont celle des serpents, comme l'observaient Akaffou *et al.* (2017) dans les plantations d'hévéa.

Par ailleurs les espèces à venin potentiellement mortel ont été majoritairement collectées dans les habitations.

Aussi, la moitié des serpents d'intérêt médical de Côte d'Ivoire inventoriée à Tengréla et ses alentours, pourrait faire de cette localité, un endroit favorable pour la collecte de venin dangereux pour l'homme.

L'utilité de ces venins pour l'homme nécessite que les serpents soient à prendre en compte dans les stratégies de conservation de la biodiversité. Pourtant, selon l'UICN (2017), aucune des espèces capturées dans la présente étude n'est menacée à l'échelle mondiale. Les travaux sur la conservation de ce groupe zoologique sont quasi inexistant pour offrir aux gestionnaires de la faune, des données suffisantes pour la mise à jour de la liste rouge de l'UICN. C'est sans doute la raison pour laquelle Chirio (2013) estime que cette liste de UICN, très utile pour d'autres groupes taxonomiques, est d'un intérêt très relatif pour les reptiles d'Afrique de l'Ouest et nécessite une importante mise à jour.

Conclusion

Cette étude a permis de capturer 12 espèces regroupées en 10 genres et 5 familles. La richesse spécifique a été faible compte tenu de certaines contraintes de l'étude.

Quatre espèces (*Bitis arietans*, *Echis ocellatus*, *Naja melanoleuca* et *Naja nigricollis*) ont un intérêt médical. L'abondance de *Echis ocellatus* témoigne d'une quête fructueuse de l'espèce. La ville de Tengréla et ses alentours pourraient alors constituer des sites convenables pour la collecte de *Echis ocellatus* dont le venin est

indispensable pour la fabrication des anti-venins de Côte d'Ivoire. Aussi, en raison de la capture d'un individu non identifié, des investigations plus poussées de la zone étudiée pourraient révéler une importante diversité ophidienne jusqu'ici inconnue. Les serpents ramenés du terrain seront suivis pour leur maintien *ex-situ*. En dehors des prélèvements de venins, ils serviront aussi à la formation des étudiants des sciences de la santé et à la satisfaction de la curiosité du grand public.

Remerciements

Nous remercions le Secrétaire Général de préfecture et le Directeur départemental de la santé de Tengréla pour nous avoir autorisés à échantillonner dans ce Département. Nous remercions également les chefs de communauté coutumières et religieuses des sites retenues qui ont autorisé certains villageois à participer aux recherches. Nous

remercions les chercheurs de l'Institut Pasteur de Côte d'Ivoire pour leur apport considérable à l'élaboration du présent manuscrit. Notre gratitude va à l'endroit du Professeur Trape Jean-françois pour son apport aux identifications de certaines espèces.

Références Bibliographiques

- Akaffou MH, Chippaux JP, Allali KB, Coulibaly Z, Dosso M. 2017. Peuplement ophidien des plantations de *Hevea brasiliensis* d'Anguédédou (Sud-Est Côte d'Ivoire). *Bulletin de la Société Herpétologique de France*, 162: 31-38.
- Barbault R. 1992. Écologie des peuplements : structure dynamique et évolution. Ed. Masson Paris, 273p.
- Blomberg S, Shine R. 1996. Reptiles. In Sutherland J.W. (ed): Ecological Census Techniques. Cambridge University Press. 218-227.
- Chippaux J-P. 2006. Les serpents de l'Afrique occidentale et centrale. Paris (IRD) 3ème éd. 311 pp.
- Chirio L. 2013. Inventaire des reptiles de la région de Sangarédi (Guinée maritime). *Bulletin de la Société Herpétologique de France* 144: 67-100.
- Courtois B., Chippaux JP. 1977. Serpents venimeux en Côte-d'Ivoire. Institut Pasteur de Côte-d'Ivoire, Abidjan, 82p.
- Diffo J. 2001. Étude de la distribution du peuplement reptilien du parc national de Bouba Ndjidah (Nord-Cameroun), Diplôme d'Études Approfondies de l'Université de Yaoundé, Cameroun, 59 p.
- Ernst R., Rödel M-O. 2002. A new *Atheris* species (Serpentes : Viperidae), from Taï National Park, Ivory Coast. *Herpetological Journal*, 12 :55- 61.
- Konan EM, Yaokokoré-Béibro KH, Odoukpé K. S-G, Kouadja KES. 2014. Avifaune de la ville de Yamoussoukro, centre de la Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, 10 (33) : 1857 – 7881.
- Koné B. 2017. Fièvre de l'or et le devenir des activités rurales dans le département de Tengréla (nord de la Côte d'Ivoire). *Revue Ivoirienne de Géographie des Savanes*, 2: 108-124.
- Rodél M-O, Grabow K, Böckheler C, Mashberg D. 1995. Die Schlangen des Comoé-National Parks, Elfenbeinküste (Reptilia: Squamata: Serpentes). *Stuttgarter Beiträge zur naturkunde*. Ser. A (528.): 1-18.
- Rödel M-O., Kouadio K, Mashberg D. 1999. Die Schlangenfauna des Comoé-National Parks, Elfenbeinküste: Ergänzungen und Ausblick. *Salamandra*, 36(1) : 165-180.
- Rödel M-O., Mashberg D. 2000. Vorläufige liste der Schlangen des Taï -National Parks Elfenbeinküste und angrenzender Gebiete. *Salamandra*, 35(3) : 25-38.
- Trape JF, Mané Y. 2006. *Guide des serpents d'Afrique Occidentale, Savane et désert* Paris : IRD, pp.32-51.
- Trape J-F, Baldé C. 2014. A checklist of the snake fauna of Guinea, with taxonomic changes in the genera *Philothamnus* and *Dipsadoboa* (Colubridae) and a comparison with the snake fauna of some other West African countries. *Zootaxa*, 3900 (3): 301–338.
- Trape J-F, Trape S, Chirio L. 2012. Lézards, crocodiles et tortues d'Afrique occidentale et du Sahara. Marseille (IRD) 1^{er} éd. 505 pp.
- UICN 2017. The IUCN red list of threatened species. Version 2017-3. www.iucnredlist.org. Consulté le 19 juin 2018.

ÉTUDE PRÉLIMINAIRE DU PEUPLEMENT DE COLÉOPTÈRES BOUSIERS INFÉODÉS AUX EXCRÉMENTS DE BUFFLES DANS LA RÉSERVE SCIENTIFIQUE DE LAMTO (CÔTE D'IVOIRE)

DOSSO K^{1*}, KOFFI KKS¹, TIHO S¹

RÉSUMÉ

Cette étude avait pour objectif de donner un aperçu de l'abondance et de la diversité des Coléoptères bousiers exploitant les excréments de buffles dont la population s'est accrue dans la réserve de Lamto ces dernières années. Quatre habitats ont été répertoriés (forêt galerie, forêt secondaire, savane boisée et savane herbeuse) pour réaliser la collecte des insectes. La collecte des insectes a été faite au moyen de pièges fosses au-dessus desquels des appâts (constitués d'excréments de buffles) ont été suspendus. Il ressort que le peuplement de Coléoptères bousiers est constitué de coprophiles prédateurs (Histeridae, Hydrophilidae et Staphylinidae) et de coprophages représentés par la famille des Scarabeidae riche de 13 morpho-espèces. L'analyse éthologique des espèces révèle la présence de deux guildes (les rouleurs et les fousseurs). Les rouleurs diurnes sont très abondants et actifs en savane où les déjections de buffles sont fortement exploitées grâce à la vitesse des insectes liée à l'ensoleillement qui optimise leur température corporelle. Les fousseurs nocturnes moins nombreux sont plus actifs en forêt où leur action protège temporairement les graines en contribuant à la régénération des plantes. Toutefois, il est utile de confirmer l'identification des espèces collectées, dans le but d'utiliser ces insectes pendant le suivi écologique des populations de buffles dans la réserve de Lamto.

Mots clés : Buffle, Coléoptère bousier, Coprophage, Coprophile, Lamto, Piège fosse

PRELIMINARY STUDY OF THE DUNG BEETLE COMMUNITY OF BUFFALO FAECES IN THE LAMTO SCIENTIFIC RESERVE (CÔTE D'IVOIRE)

ABSTRACT

This study aimed to assess the diversity and abundance of dung beetles that feed on buffalo faeces in the Lamto scientific reserve where the population of buffalos has recently increased. Using pitfall traps baited with fresh buffalo faeces, data on dung beetles were collected from four habitats differing in their vegetation structure: gallery forest, secondary forest, savanna woodland and grassy savanna. The results show that the coprocenose comprises two groups: (i) the coprophilous represented by three predatory families (Histeridae, Hydrophilidae and Staphylinidae) and (ii) the abundant coprophagous scarab beetles rich of 13 species. Based on the behavioral traits of those species, two guilds were found in the scarab beetle assemblage: the rollers and the dwellers. Diurnal rollers are abundant and strongly active in the savannas where buffalo defecations are highly exploited linked to velocity of dung beetle, the body temperature of which is optimized by sun heating. Overall, the nocturnal dwellers are less abundant in all habitats but active in forests where they are supposed to protect seeds, which contribute to plant regeneration. However, it is very useful to confirm the identification of species with the aim of promoting these insects as tool for the bio-monitoring of buffalo populations in the Lamto reserve.

Key words : Buffalo, Dung beetle, Coprophagous, Coprophilous, Lamto, Pitfall trap

¹Université Nangui Abrogoua, UFR des Sciences de la Nature, Unité de Recherche en Ecologie et Biodiversité, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

*Auteur de correspondance : dossokan.sn@univ-na.ci

Introduction

Certains groupes taxonomiques connus et fortement diversifiés n'ont été que partiellement étudiés. On les retrouve surtout parmi les insectes qui, pourtant, regroupent la majorité des espèces décrites. Des estimations, avec des critères parfois flous, indiquent que leur nombre pourrait atteindre plusieurs dizaines de millions d'espèces (Rosenzweig, 1995). Les Coléoptères sont le groupe taxonomique le plus diversifié du règne animal avec la remarquable famille des Scarabaeidae qui est connue pour son rôle important dans le recyclage des matières fécales et le nettoyage des déchets organiques à la surface du sol (Haloti *et al.*, 2006). En consommant, en enfouissant et en aérant les excréments, ces insectes permettent une remise en circulation rapide des éléments minéraux, augmentant ainsi de manière importante la productivité des écosystèmes et assurant une production fourragère de meilleure qualité (Simon, 2010). Ils se rencontrent majoritairement dans les pâturages et les sites naturels où vivent des populations de grands mammifères (buffles, éléphants, etc.) dont ils exploitent les excréments.

Le renforcement de la protection de la réserve scientifique de Lamto par l'Office Ivoirien des Parcs et Réserves (OIPR) ces

dernières années montre un impact positif sur sa biodiversité, notamment les buffles (*Syncerus caffer nanus*) dont la population connaît un accroissement significatif, allant d'une douzaine d'individus (Cambefort, 1982) à une soixantaine (Abbadie *et al.*, 2006). L'augmentation de ces grands herbivores entraîne une consommation importante des fourrages et donc de dépôts de plusieurs déjections constituant des appâts pour les coléoptères coprophages dont le peuplement n'a pas été spécifiquement étudié (Cambefort, 1982 ; 1984). Il est donc utile de donner un aperçu de cette faune qui a un intérêt écologique avéré afin d'une part, de contribuer à une meilleure connaissance de l'entomofaune et d'autre part, de proposer des espèces utiles pour le suivi des populations de buffles dans la réserve scientifique de Lamto.

De manière générale, cette étude avait pour objectif de décrire le peuplement des coléoptères rencontrés sur les déjections de buffles dans la réserve de Lamto. Spécifiquement, il s'agissait de (i) déterminer l'abondance et la richesse taxonomique des coléoptères bousiers dans quatre habitats pendant le jour et la nuit et de (ii) montrer la dynamique des guildes fonctionnelles au cours de ces deux périodes.

Matériel et Méthodes

Sites d'étude

L'étude a été conduite pendant le mois de septembre 2015 dans la réserve scientifique de Lamto (6°13'N, 5°02'W) située à environ 165 km d'Abidjan sur l'autoroute du Nord. La précipitation annuelle varie entre 1000 et 1500 mm/an tandis que la température moyenne mensuelle n'excède pas 30°C. Dans cette zone de transition qui présente plusieurs faciès de végétation, quatre types d'habitats ont été retenus pour conduire les travaux : une forêt galerie, une forêt secondaire, une savane boisée et une savane herbeuse.

La forêt galerie représente la formation végétale bordant le fleuve Bandama qui est la limite naturelle de la réserve. Elle se

caractérise par une canopée bien fermée et un sous-bois très peu touffu avec une importante quantité de litière rappelant celle des forêts denses. La forêt secondaire est située entre les stations de géophysique et d'écologie de Lamto. Elle est le résultat de la protection continue d'une portion de savane contre le feu durant une cinquantaine d'années. La savane ainsi protégée a acquis progressivement les caractéristiques d'une vraie forêt et est connectée par endroits à la forêt galerie. Cet habitat présente une canopée discontinue permettant un éclairage lumineux par endroit et un sous-bois dominé par des espèces lianescentes avec une quantité de litière moins abondante malgré une structure semblable à celle de la forêt galerie. La savane boisée est

le faciès de végétation typique des portions de savane qui échappent au passage du feu et où s'installent peu à peu plusieurs espèces de forêts (Vuattoux, 1972). Elle possède une proportion encore élevée des espèces savanicoles (herbacées, rôniers, ligneux de savane) et un taux de boisement supérieur à 60 % (Gautier, 1990). Quant à la savane herbeuse, elle est parcourue chaque année par le feu de brousse. Elle a une proportion de ligneux nettement inférieure à celle des herbacées, soit entre 7 et 36 % (Gautier, 1990). Dans cette savane, le feu passe au moment où les graminées ont franchi les stades d'épiaison, de floraison et de fructification. Le tapis herbacé se caractérise par une perte de sa couleur vive et offre une couleur passée où le jaune et le vert se fondent en période sèche. On y observe une accumulation de matière végétale morte qui coïncide avec la sénescence des herbes. Après le passage du feu, ce paysage disparaît, laissant quelques tiges particulièrement rigides et silicifiées. Les arbres présentent des troncs noircis et les rôniers une note de couleur verte grâce à leurs panaches. Cet habitat produit l'essentiel des fourrages consommés par les herbivores et particulièrement pendant les semaines suivant le passage du feu où on note une forte activité des buffles.

Échantillonnage des insectes

Des pièges fosses ont été utilisés pour la collecte des insectes. Il s'agit de seaux plastiques pouvant contenir jusqu'à 2 litres d'eau. Ces récipients ont été remplis au quart de leur volume avec de l'eau légèrement savonneuse inodore n'ayant pas d'influence sur l'attractivité des insectes. Les seaux sont enfouis dans le sol de manière à ce que leur bord supérieur coïncide avec la surface du sol. Ensuite, la bouse est attachée dans un tissu en nylon, suspendue et inclinée au-dessus du seau enterré. Les insectes attirés par la matière fécale tombent dans le piège en tentant d'atteindre l'appât, avant de se noyer dans l'eau savonneuse (Krell, 2007). Vu que la fraîcheur de la bouse est cruciale pour l'attractivité des coléoptères coprophages (Halffter et Edmonds, 1982), elle est ramassée sur les sites de déjections tôt le matin pour la collecte de jour et au coucher du soleil pour la collecte de nuit. La bouse ramassée est conservée dans un seau à couverture et scotché pour éviter

des infections par des insectes coprophages avant le début de l'expérimentation. Par ailleurs, la manipulation de la matrice exige le port des gants pour minimiser le risque de contamination et éviter d'éventuelles maladies. Dans chaque habitat, les pièges sont laissés en activité pendant une durée moyenne de 10h en tenant compte des préférences nyctémérales des insectes. Ainsi, les piégeages ont été réalisés entre 6h et 17h30 pour les échantillons de jour et entre 18h30 et 5h pour la nuit. La mise en place du dispositif de piégeage se fait de manière simultanée par quatre personnes réparties dans les quatre habitats de telle sorte que les critères d'échantillonnage soient les mêmes (durée d'activité, conditions du milieu, état de la bouse ramassée). La récupération des insectes piégés se fait en versant le contenu du seau enterré dans une passoire. Ils sont ensuite rincés à l'aide de l'eau de robinet avant d'être conservés dans des bocaux remplis d'alcool à 90 % en attendant leur identification.

Identification des insectes collectés

L'identification a nécessité l'utilisation de différents ouvrages (clés de détermination) pour la reconnaissance des insectes. Il s'agit essentiellement des clés de Delvare et Aberlenc (1989) et Davis *et al.* (2008). Une loupe binoculaire a été utilisée pour observer les caractères morphologiques distinctifs des insectes. La confirmation partielle des individus identifiés a été effectuée en collaboration avec un membre de l'association française Catharsius (www.catharsius.fr).

Traitement des données collectées

L'ensemble des analyses statistiques a été fait avec le logiciel STATISTICA 7.1. Il a permis de tester la variabilité des abondances entre les périodes d'échantillonnage pour chaque habitat après vérification de l'homogénéité des variances avec le test de Levene. La comparaison deux à deux des moyennes a été faite respectivement avec les tests t ou U de Mann-Whitney en fonction de l'homogénéité ou la non-homogénéité des variances. Pour chaque habitat, l'abondance et la richesse des Coléoptères (le jour et la nuit) correspondent respectivement aux nombres d'individus et d'espèces des niveaux taxonomiques rencontrés (familles, sous-familles, tribus, espèces et guildes fonctionnelles).

Résultats

Structure taxonomique et abondance des Coléoptères collectés

Quatre familles de Coléoptères ont été collectées dans l'ensemble des habitats : les Histeridae, les Hydrophilidae, les Scarabaeidae et les Staphylinidae. Ces familles se répartissent entre deux groupes, à savoir les coprophages (ou vrais bousiers) représentés par les Scarabaeidae et les coprophiles prédateurs que sont les Histeridae, les Hydrophilidae et les Staphylinidae. La famille des Scarabaeidae est composée de treize morpho-espèces (toutes de la sous-famille des Scarabeinae), six tribus (Coprini, Dichotomiini, Oniticelli, Onitini, Onthophagini et Sisyphini) et sept genres (*Copris*, *Neosisyphus*, *Onitis*, *Onthophagus*,

Pedaria, *Sisyphus* et *Tiniocellus*). Les abondances de Scarabaeidae sont supérieures à celles des coprophiles prédateurs dans tous les habitats. Elles représentent plus de 94 % des insectes collectés le jour et 84 % la nuit. En outre, le nombre de Scarabaeidae collectés pendant le jour est significativement supérieur à celui obtenu pendant la nuit en savane boisée (Test U de Mann Whitney ; $p = 0,003$) et en savane herbeuse (Test U de Mann Whitney ; $p = 0,001$). Par contre, dans les forêts galerie et secondaire, les abondances sont très proches avec une tendance à la hausse pendant le jour. Quant aux coprophiles prédateurs, ils sont très peu représentés dans tous les habitats avec des abondances globalement faibles aussi bien le jour que la nuit (Tableau 1).

Tableau 1 : Abondance des familles de Coléoptères coprophages et coprophiles prédateurs collectés dans les habitats visités pendant le jour et la nuit. (FG : forêt galerie, FS : forêt secondaire, SB : savane boisée, SH : savane herbeuse).

Familles	JOUR					NUIT				
	FG	FS	SB	SH	TOTAL	FG	FS	SB	SH	TOTAL
Scarabaeidae	25	39	234	799	1097	19	17	26	37	99
Histeridae	1	1	3	9	14	0	0	0	1	1
Staphylinidae	0	0	1	4	5	0	1	6	3	10
Hydrophilidae	0	0	3	2	5	0	2	0	0	2

Abondance et richesse taxonomique des Coléoptères coprophages

Les Coléoptères coprophages appartiennent majoritairement à la sous-famille des Scarabeinae qui représente plus de 94 % des insectes collectés le jour et 84 % la nuit. Les autres sont très faiblement représentés (6 % et 16 % des échantillons respectifs de jour et de nuit). La comparaison des périodes de collecte montre que les abondances de Scarabeinae dans les forêts galerie et secondaire ne diffèrent pas entre le jour et la nuit ; ce qui n'est pas le cas en savane boisée (Test U de Mann Whitney ; $p = 0,002$) et en savane herbeuse (Test U de Mann Whitney ; $p = 0,001$) où ce nombre est nettement élevé le jour (Figure 1).

Sur les 6 tribus de Scarabeinae identifiées au total, seulement 3 ont été collectées

pendant le jour. Il s'agit, par ordre décroissant d'importance numérique, des Sisyphini (860 individus récoltés dans tous les habitats), des Oniticellini (102 individus collectés seulement dans les savanes boisée et herbeuse) et des Onthophagini (71 individus collectés dans tous les habitats). Hormis les Oniticellini, toutes les autres tribus ont été collectées pendant la nuit mais avec des abondances nettement inférieures à celles du jour. Ainsi, par ordre décroissant d'importance numérique, on a les Sisyphini (27 individus collectés dans tous les habitats), les Onthophagini (25 individus collectés dans tous les habitats), les Coprini (18 individus collectés partout sauf dans la savane herbeuse), les Onitini (8 individus collectés dans la savane boisée) et des Dichotomiini (1 individu collecté dans la savane boisée).

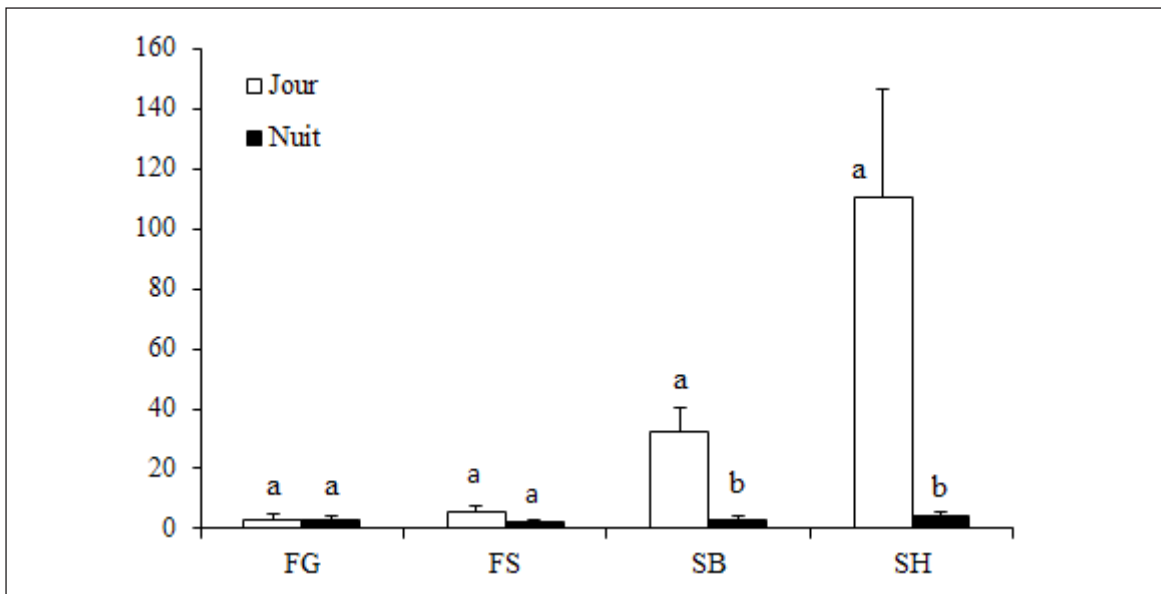


Figure 1 : Abondances comparées des Coléoptères Scarabeinae entre le jour et la nuit dans les habitats visités (FG : forêt galerie, FS : forêt secondaire, SB : savane boisée, SH : savane herbeuse). Les histogrammes d'un même habitat portant les mêmes lettres (a et b) ne diffèrent pas statistiquement pour $p = 0,05$ (Test U de Mann Whitney).

Au niveau spécifique, on note au total 8 espèces collectées le jour contre 11 la nuit (Tableau 2). Quatre espèces de jour ont été collectées dans tous les habitats avec des abondances totales assez variables : *Sisyphus* sp.2 (593 individus), *Sisyphus* sp.1 (249 individus), *Tiniocellus* sp. (63 individus) et *Onthophagus* sp.1 (42 individus). Les quatre autres n'ont pas été collectées partout ; il s'agit d'*Onthophagus* sp.4 (14 individus) et *Onthophagus* sp.3 (12 individus) non recensées en forêt galerie, *Neosisyphus* sp. (16 individus) présente dans les savanes boisée et herbeuse et *Onthophagus* sp.2 (3 individus) très peu rencontrée dans les forêts galerie et secondaire. Les espèces de nuit ont des abondances totales globalement faibles. Seules, les espèces *Sisyphus* sp.1 (27 individus) et *Onthophagus* sp.1 (7 individus) ont été récoltées dans tous les habitats. Trois autres ont été recensées partout sauf en savane boisée (*Copris* sp.1 et *Copris* sp.2 avec 12 et 5 individus respectivement) et dans la forêt galerie (*Onthophagus* sp.3 avec 10 individus). L'espèce *Onthophagus* sp.4, avec une abondance totale de 7 individus, est présente dans les savanes boisée et herbeuse. Cinq espèces sont rares et restreintes à un seul habitat ; ce sont *Onitis* sp. (7 individus), *Copris* sp.3 (1 individu) et *Pedaria* sp. (1 individu) collectées en savane herbeuse, *Onthophagus* sp.2 (1 individu) collectée dans la forêt galerie et *Tiniocellus* sp. (1 individu) collectée en savane boisée.

Dynamique des guildes fonctionnelles de Coléoptères Scarabeinae

Les espèces de Coléoptères Scarabeinae collectées se répartissent principalement entre deux guildes fonctionnelles (Figure 2), à savoir les fousseurs et les rouleurs. Les fousseurs sont représentés par les espèces *Copris* sp.1, *Copris* sp.2 et *Copris* sp.3, *Onthophagus* sp.1, *Onthophagus* sp.2, *Onthophagus* sp.3, *Onthophagus* sp.4, *Onitis* sp., *Pedaria* sp. et *Tiniocellus* sp. Quant aux rouleurs, les représentants sont *Sisyphus* sp.1, *Sisyphus* sp.2 et *Neosisyphus* sp.

Dans la forêt galerie (Figure 2A), les fousseurs et les rouleurs affichent des abondances peu variables quelle que soit la période d'échantillonnage. Toutefois, les fousseurs sont un peu plus actifs pendant la nuit à travers une abondance faible (11 individus collectés) certes, mais avec un nombre d'espèces relativement élevé (5 espèces). Dans la forêt secondaire (Figure 2B), les rouleurs *Sisyphus* sp.1 et *Sisyphus* sp.2 sont les plus actifs pendant le jour avec plus de la moitié des individus collectés (31 individus sur un total de 58). Plusieurs espèces de fousseurs (5 espèces) y sont aussi actives pendant le jour même si elles ont été peu collectées (seulement 11 individus au total). Pendant la nuit, les deux guildes ont la même abondance (8 individus) mais les fousseurs sont plus diversifiés (3 espèces).

Au niveau de la savane boisée (Figure 2C), les deux guildes présentent des abondances nettement supérieures pendant le jour avec 173 rouleurs collectés (3 espèces) contre 8 la nuit (1 espèce) et 51 fousseurs collectés (4 espèces) contre 12 la nuit (4 espèces). La tendance observée en savane boisée est

accentuée en savane herbeuse (Figure 2D) où les rouleurs représentent 88 % (646 individus collectés) du peuplement décrit. Malgré des abondances relativement modérées, les fousseurs sont les plus diversifiés avec 4 et 7 espèces respectivement collectées le jour et la nuit.

Tableau 2 : Liste des espèces de Coléoptères Scarabeinae collectées pendant le jour et la nuit dans les différents habitats. (FG : forêt galerie, FS : forêt secondaire, SB : savane boisée, SH : savane herbeuse, F : fousseur, R : rouleur).

ESPECES	JOUR					NUIT				
	FG	FS	SB	SH	TOTAL	FG	FS	SB	SH	TOTAL
<i>Copris</i> sp.1 (F)	0	0	0	0	0	6	5	0	1	12
<i>Copris</i> sp.2 (F)	0	0	0	0	0	2	2	0	1	5
<i>Copris</i> sp.3 (F)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Neosisyphus</i> sp. (R)	0	0	1	15	16	0	0	0	0	0
<i>Onitis</i> sp. (F)	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7
<i>Onthophagus</i> sp.1 (F)	1	3	21	17	42	1	1	3	2	7
<i>Onthophagus</i> sp.2 (F)	2	1	0	0	3	1	0	0	0	1
<i>Onthophagus</i> sp.3 (F)	0	2	3	7	12	1	0	7	2	10
<i>Onthophagus</i> sp.4 (F)	0	3	7	4	14	0	0	1	6	7
<i>Pedaria</i> sp. (F)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Sisyphus</i> sp.1 (R)	7	27	86	129	249	7	8	8	4	27
<i>Sisyphus</i> sp.2 (R)	1	4	86	502	593	0	0	0	0	0
<i>Tiniocellus</i> sp. (F)	6	2	20	35	63	0	0	1	0	1

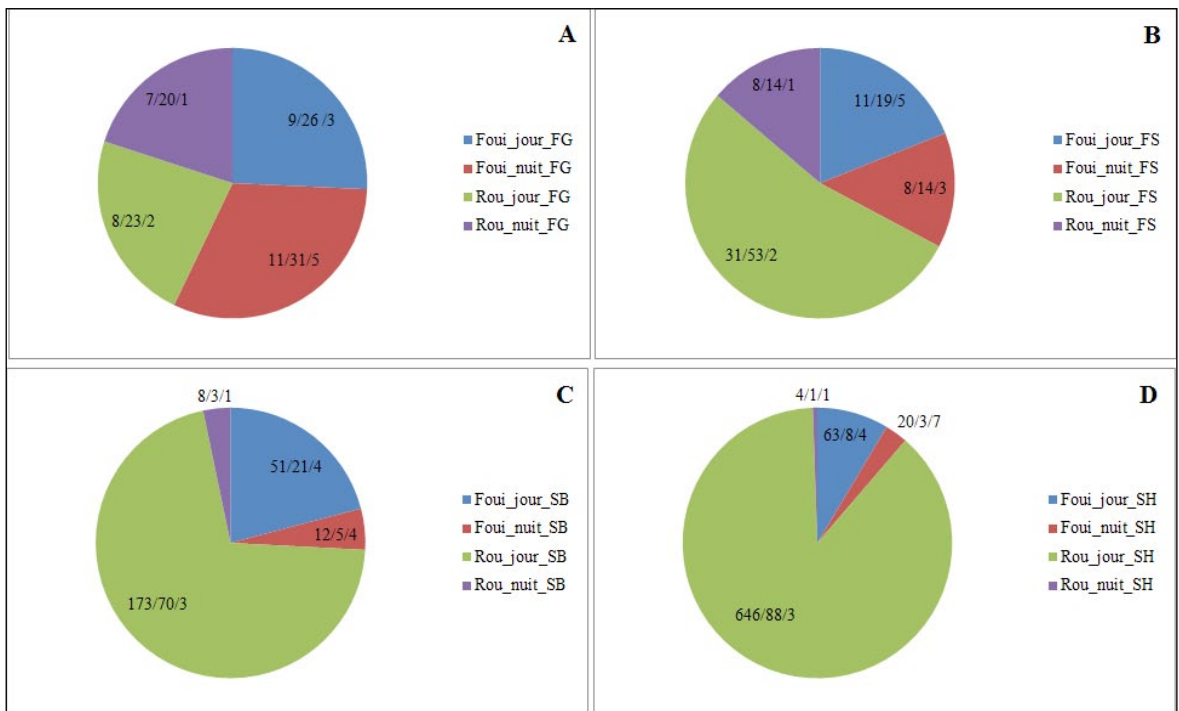


Figure 2: Dynamique des guildes fonctionnelles de coléoptères Scarabeinae rencontrées dans les différents habitats. A: Forêt galerie (FG); B: Forêt secondaire (FS); C: Savane boisée (SB); D : Savane herbeuse (SH). Fousseurs (Fou); Rouleurs (Rou). Les valeurs mentionnées sur les camemberts désignent dans l'ordre: le nombre total d'individus de la guildes récoltés dans l'habitat pendant le jour et la nuit / la proportion (%) de la guildes dans l'habitat pendant les deux dates d'échantillonnage / le nombre total d'espèces de la guildes dans l'habitat.

Discussion

Structure du peuplement des Coléoptères coprophages collectés

Le peuplement de Coléoptères collectés sur les appâts déposés dans les habitats est composé de quatre familles à savoir, les Histeridae, les Hydrophilidae, les Scarabeidae et les Staphylinidae. La présence de ces insectes dans les excréments serait influencée par leurs caractéristiques écologiques telles que le régime alimentaire, l'éthologie, la répartition saisonnière, la biogéographie, etc. Bien que présents sur les déjections et les cadavres, certains coléoptères n'en consomment pas, c'est le cas des coprophiles dont le statut est désigné sous le vocable de «coprobie secondaire». Pour cette catégorie d'insectes, la bouse sert d'appât pour la prédation qui est l'objet principal de leur présence. C'est le cas des Histeridae qui sont, à l'état larvaire comme à l'état adulte des prédateurs. Ils sont en concurrence avec les Staphylinidae qui chassent les mêmes proies qu'eux. Les deux groupes sont qualifiés de coprophiles prédateurs par Cambefort (1984). Très souvent, les espèces coprophiles font partie également du cortège des décomposeurs, à savoir les coprophages et les nécrophages qu'ils chassent pourtant sur les bouses et les cadavres. Malgré un effet bénéfique lié à la destruction des larves de ravageurs et de parasites (Nichols *et al.*, 2008 ; Scholtz *et al.*, 2009), la prédation sur les coprophages peut avoir cependant des répercussions considérables sur l'équilibre des écosystèmes en entraînant un ralentissement du cycle des nutriments (Lumaret, 1986; Houlding *et al.*, 1991; Lumaret *et al.*, 1993).

À l'inverse des coprophiles, l'alimentation, la ponte et la recherche de réservoir de nourriture pour la descendance sont autant de raisons qui motivent la présence des coprophages incarnés par les Scarabeidae dans les déjections des mammifères. L'étude révèle qu'ils sont représentés essentiellement par la sous-famille des Scarabeinae qui a un large potentiel alimentaire parce que capables d'utiliser des excréments d'origine variée (céphalophes, mangoustes, primates, etc.), de gros oiseaux (les pintades) et de crapauds (Cambefort, 1984). Ils sont très abondants durant le jour dans les savanes boisées et herbeuses contrairement aux forêts galerie et secondaire où ils ont été très faiblement collectés pendant les deux dates d'échantillonnage. Ces tendances sont similaires à celles observées par Krell *et al.*

(2003) et Cambefort (1984) respectivement dans le parc national de la Comoé et dans la réserve scientifique de Lamto dans le cadre d'inventaire exhaustif de la coprocénose. Ces auteurs mentionnent aussi que la structure physique des forêts ne facilitant pas le vol, les coléoptères coprophages préfèrent en conséquence les espaces ouverts tels que les savanes. D'autres tels que Halffter et Matthews (1966), Walter (1980) et Davis (1993) imputent les faibles abondances en forêt à la faible hauteur de vol de ces insectes. Par ailleurs, les quantités importantes de litière en forêt rendraient l'utilisation des excréments difficile par les coprophages à tel point qu'ils y sont moins nombreux et représentés que par quelques télécoprides et paracoprides (Fincher, 1973; Chavanon *et al.*, 1995). Cette faible activité expliquerait les dépôts de matières fécales de buffles régulièrement observés dans cet habitat par rapport à la savane. Leuthold (1977) explique la présence massive des coprophages en savane par la préférence des buffles à déféquer et à se reposer généralement dans les habitats ouverts situés surtout dans les espaces protégés ; ce qui est le cas dans la réserve de Lamto.

Le nombre des espèces nocturnes est un peu plus élevé que celui des espèces diurnes. Par contre, le nombre d'individus collectés la nuit est nettement inférieur à ceux collectés le jour. En outre, la plupart des espèces nocturnes (ex : *Onitis* sp., *Onthophagus* sp.2, *Pedaria* sp. et *Tiniocellus* sp.) sont restreinte à un seul habitat et ne présentent pas des effectifs atteignant un seuil de compétitivité (Krell *et al.*, 2003). Pourtant, plusieurs études montrent que le rôle d'une espèce dans le fonctionnement de l'écosystème est proportionnel à son abondance (Reich *et al.*, 1999; Diaz et Cabido, 2001), ce qui correspond à l'hypothèse du «mass ratio» selon Grime (1998). Quant aux espèces diurnes, elles colonisent massivement les bouses de buffles déposées en savane. Leur présence serait favorisée par l'ensoleillement qui optimise leur température corporelle par le réchauffement externe ; leur donnant ainsi une bonne vélocité pendant l'utilisation des excréments (Bartholomew et Heinrich, 1978 ; Krell *et al.*, 2003). En outre, la simplicité de la structure physique des savanes serait une condition déterminante dans le comportement des coprophages pendant l'utilisation des excréments de buffles.

Ethologie des Coléoptères coprophages collectés

De manière générale, les Coléoptères coprophages sont classiquement regroupés en trois guildes fonctionnelles correspondant à des modes différents d'exploitation de la ressource ; ce sont les rouleurs, les fousseurs et les résidents (Lumaret, 1990). Deux de ces guildes ont été répertoriées au cours de cette étude, à savoir les rouleurs et les fousseurs. Les rouleurs collectés sont surtout diurnes avec 88 % (646 individus et 3 espèces) des insectes collectés en savane herbeuse, 70 % (173 individus et 3 espèces) en savane boisée, 53 % (31 individus et 2 espèces) dans la forêt secondaire et 23 % (8 individus et 2 espèces) dans la forêt galerie. Une seule et même espèce nocturne (*Sisyphus* sp.1) a été collectée, d'ailleurs très faiblement dans tous les habitats. Ces tendances montrent, en accord avec Cambefort (1986), que les rouleurs sont des insectes des milieux ouverts, notamment des savanes où les télécoprides ont une forte activité illustrée par des abondances élevées et positivement corrélées avec les températures internes de la bouse et du sol (Krell *et al.*, 2003). La présence accrue de cette guildes en savane peut s'expliquer aussi par les facilités liées à la structure physique relativement simple de cet habitat. En effet, ces insectes forment une boule d'excrément qu'ils font rouler à quelque distance de la masse d'où elle est extraite, et l'enfouissent après y avoir déposé un œuf dans une petite loge. Ce roulement de la boule requiert moins d'obstacles, une condition qu'offrent plus les savanes par rapport aux forêts (Cambefort, 1986).

Pendant le jour, les fousseurs ont des abondances très inférieures à celles des rouleurs en savane. Cette tendance se modère dans la forêt secondaire où l'écart entre les abondances est moins important. Dans la forêt galerie, les deux guildes possèdent même des importances numériques égales. La nuit, les fousseurs, bien que moins nombreux, dominent toutefois les rouleurs dans tous les habitats, sauf dans la forêt secondaire où les guildes s'équilibrent. Ces résultats indiquent une préférence des fousseurs pour les forêts par rapport aux milieux ouverts conformément aux observations de Cambefort (1986) dans le parc national de Taï. Dans les forêts de Lamto, les excréments sont très peu exploités, certainement à cause de la faible présence des rouleurs diurnes qui constituent le contingent le plus visible et le plus nombreux du peuplement des coprophages Scarabeidae. Cependant, cette préférence pour les forêts peut s'expliquer par le mode d'exploitation de la bouse qui consiste à creuser un terrier sous l'excrément et à pondre des œufs dans des loges remplies de matière fécale et aménagées une vingtaine de centimètres sous la surface du sol (Simon, 2010). L'enfouissement de la bouse nécessite un sol friable plus fréquent en forêt qu'en savane, et n'est pas conditionné par la présence ou non d'obstacles (litières ou branches jonchant à la surface du sol en forêt). Malgré leur faible abondance, les fousseurs peuvent jouer un rôle dans la limitation des épizooties en réduisant la disponibilité des sites de pontes des parasites (Fincher, 1973) et accroître la survie des graines en réduisant l'effet des facteurs de mortalité et en les soustrayant à l'intervention des vertébrés terrestres granivores (Shepherd et Chapman 1998 ; Andresen, 2000).

Conclusion

L'étude révèle que le peuplement de Coléoptères bousiers inféodés aux déjections de buffles dans la réserve de Lamto est constitué de deux groupes, à savoir les coprophiles représentés par les Histeridae, les Hydrophilidae et les Staphylinidae et les coprophages composés essentiellement de la famille des Scarabeidae. La présence des

coprophiles peut se justifier par la prédation qu'ils exercent sur les autres groupes d'insectes tandis que celle des coprophages est liée à la consommation de la bouse. L'activité de ces derniers est largement intense en savane par rapport à la forêt en raison de leur préférence pour les milieux ouverts. C'est le cas de la guildes fonctionnelle

des rouleurs diurnes dont la vélocité dans l'exploitation de la ressource est connue pour sa dépendance partielle à une augmentation de la température dans le milieu. L'autre guild, les fouisseurs, est plutôt active la nuit en forêt où son action d'enfouissement des graines contenues dans la bouse a un effet

bénéfique pour la régénération des plantes. Des enseignements peuvent être tirés des données de cette étude, notamment en confirmant les espèces identifiées en vue de les utiliser comme indicateurs biologiques de la dynamique des populations de buffles dans la réserve de Lamto.

Remerciements

Nous remercions très sincèrement Dr YÉO Kolo, Directeur de la station d'écologie de Lamto, et son équipe pour l'accueil et les facilités techniques qui nous ont été accordés pour le déroulement de nos travaux. Nous sommes redevables au Dr. KRA Kouadio Dagobert

pour son assistance dans l'identification préliminaire des échantillons récoltés. La confirmation partielle des espèces identifiées a été faite en partenariat avec un membre de l'Association Française Catharsius à qui nous adressons nos sincères remerciements.

Références Bibliographiques

- Abbadie L., Gignoux J., Le Roux X, Lepage M. 2006. Lamto: structure, functioning and dynamics of a savanna ecosystem. Springer Verlag, New York. 412 p.
- Andresen E. 2000. The role of dung beetles in the regeneration of rainforest plants in Central Amazonia. Ph. D., University of Florida, 213p.
- Bartholomew GA, Heinrich B. 1978. Endothermy in African dung beetles during flight, ball making, and ball rolling. *Journal of Experimental Biology*, 73: 65-83.
- Cambefort Y. 1982. Les coléoptères Scarabaeidae de Lamto (Côte d'Ivoire) : Structure des peuplements et rôle dans l'écosystème. *Annales de la Société Entomologique Française* (N.S.), 18 (4): 433-459.
- Cambefort Y. 1984. Étude écologique des Coléoptères Scarabaeidae de Côte d'Ivoire. Travaux des Chercheurs de Lamto (RCI), 3 : 320 p.
- Cambefort Y. 1986. Les coléoptères Scarabaeidae du Parc National de Taï (Côte d'Ivoire). *Revue française d'Entomologie* (N.S.), 7 (5): 337-342.
- Chavanon G, Rahou I, Chavanon L. 1995. Études sur la Basse Moulouya (Maroc Oriental) 4 : Les carabiques des berges de l'oued Zeghzzel. *Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon*, 64 (4): 188-192.
- Davis, AJ. 1993. The ecology and behaviour of rainforest dung beetles in northern Borneo. *Australian Journal of Zoology Supplementary Series*, 38: 1-52.
- Davis ALV, Frolov AV, Scholtz CH. 2008. The African dung beetle genera. Protea Book House, Pretoria, South Africa. 274p.
- Delvare G, Aberlenc HP. 1989. Les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale. Clé pour la reconnaissance des familles, PRIFAS, CIRAD-GERDAT, Montpellier, France, 297p.
- Diaz S, Cabido M. 2001. Vive la difference: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in Ecology & Evolution*, 16: 646-655.
- Fincher GT. 1973. Nidification and reproduction of *Phanaeus* in three textural classes of soil (Coleoptera: Scarabaeidae). *The Coleopterists Bulletin*, 27: 33-37.

- Gautier L. 1990. Contact forêt-savane en Côte d'Ivoire centrale : évolution du recouvrement ligneux des savanes de la réserve de Lamto (sud du V Baoulé). *Candollea*, 45: 627-641.
- Grime JP. 1998. Benefits of plant diversity to ecosystems: immediate, filter and founder effects. *Journal of Ecology*, 86: 902-910.
- Halfpeter G, Edmonds WD. 1982. The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae). An ecological and evolutive approach. Instituto de Ecologia, Mexico, DF, 176p.
- Halfpeter G, Matthews EG. 1966. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). *Folia Entomologica Mexicana*, 12-14: 1-312.
- Haloti S, Janati-Idrissi A, Chergui H, Lumaret JP. 2006. Structure des communautés de Scarabaeidae coprophages du Maroc nord occidental (Coleoptera, Scarabaeoidea). *Bulletin de l'Institut Scientifique de Rabat, Section Sciences de la Vie*, 28: 25-34.
- Houlding B, Ridsdill TJ, Bailley WJ. 1991. Injectable abamectin causes a delay in scarabaeinae beetle egg-laying in cattle dung. *Australian Veterinary Journal* 68 (5): 185-186.
- Krell FT, Krell-Westerwalbesloh S, Weiß I, Eggleton P, Linsenmair KE. 2003. Spatial separation of Afrotropical dung beetle guilds: a trade-off between competitive superiority and energetic constraints (Coleoptera: Scarabaeidae). *Ecography*, 26: 210-222.
- Krell FT. 2007. Dung beetle sampling protocols. Denver Museum of Nature and Science 6, Technical Report 11p.
- Leuthold W. 1977. African ungulates. A comparative review of their ethology and behavioral ecology. Springer-Verlag, 307p.
- Lumaret JP. 1986. Toxicité de certains helminthocides vis-à-vis des insectes coprophages et conséquences sur la disparition des excréments de la surface du sol. *Acta Oecologica, Ecological Applications*, 7 (4) : 313-324.
- Lumaret JP. 1990. Atlas des coléoptères Scarabéidés Laparosticti de France. Inventaires de faune et flore, 1. Secrétariat de la Faune et de la Flore. Muséum National d'Histoire Naturelle. Paris, 419 p.
- Lumaret JP, Galante E, Lumbreras C, Mena J, Bertrand M, Bernal JL, Cooper JF, Kadiri N, Crowe D. 1993. Field effects of ivermectin residues on dung beetles. *Journal of Applied Ecology*, 30 (3): 428-436.
- Nichols E, Spector S, Louzada J, Larsen T, Amezcua S, Favila ME. 2008. Ecological functions and ecosystem provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation*, 141 (6): 1461-1474.
- Reich PB, Ellsworth DS, Walters MB, Vose JM, Gresham C, Volin JC, Bowman WD. 1999. Generality of leaf trait relationships: a test across six biomes. *Ecology*, 80: 1955-1969.
- Rosenzweig ML. 1995. Species Diversity in Space and Time. Cambridge University Press, New York. <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511623387>.
- Scholtz CH, Davis ALV, Kryger U. 2009. Evolutionary ecology and conservation of dung beetles. Pensoft Publisher, Sofia, 567p.
- Shepherd VE, Chapman CA. 1998. Dung beetles as secondary seed dispersers: impact on seed predation and germination. *Journal of Tropical Ecology*, 14: 199-215.
- Simon A. 2010. Méthodes de recherche des coléoptères coprophages : retour d'expérience. *Invertébrés Armoricaux*, 6 : 34-44.
- Vuattoux R. 1972. Quelques observations en savane non brûlée. *Bulletin de Liaison des Chercheurs de Lamto*: 23-25.
- Walter P. 1980. Comportement de recherche et d'exploitation d'une masse stercorale chez quelques coprophages Afrotropicaux (Coléoptères Scarabaeidae). *Annales de la Société Entomologique Française (N.S.)*, 16: 307-323.

ANALYSE DE LA VÉGÉTATION DANS UN ÉCOTONE FORÊT-SAVANE D'AFRIQUE DE L'OUEST DANS UN CONTEXTE DE BOISEMENT DES SAVANES

SORO Y^{1*}, N'DRI AB¹, BAKAYOKO A^{1,3}, GIGNOUX J²

RÉSUMÉ

Le boisement observé dans l'écotone forêt-savane d'Afrique de l'Ouest est dû à une avancée de la forêt sur la savane. Cette étude vise à analyser la végétation des bordures forêt-savane pour comprendre leur dynamique et identifier le type de bordure et les espèces végétales marquant cette avancée. Dans la réserve de Lamto (Côte d'Ivoire), les principaux types de bordures ou limites observés entre la forêt et la savane ont été étudiés, ce sont : les limites nettes (LN), les limites à lianes (LL) et celles à *Chromolaena odorata* (LC). Pour chaque limite, trois transects de 100 m x 5 m chacun ont été installés en traversant la forêt et la savane. L'espèce, le stade de développement et le diamètre (d.b.h) des individus ont été enregistrés dans 20 quadrats de 5 m² chacun installés sur les transects. Au total, 230 espèces végétales dominées par les microphanérophytes ont été identifiées. Ces espèces sont réparties en 176 genres et 62 familles dont les plus représentées sont les Fabaceae et les Rubiaceae. La diversité est plus élevée dans les limites à lianes (103 espèces), suivies des limites nettes (85 espèces) et celles à *C. odorata* (80 espèces). Les espèces de forêt, généralement au stade plantule, étaient plus nombreuses en savane pour les LL (14 espèces) comparativement aux LN (8 espèces) et LC (6 espèces). Ces LL sont floristiquement plus proches de la forêt. Ce type de limite (LL) caractérisé par les espèces pionnières telles que *Erythroxylum emarginatum* et *Turraea heterophylla*, semble corrélé à une dynamique d'avancée de la forêt sur la savane, alors que les autres limites semblent beaucoup plus stables.

Mots clés : Boisement, Dynamique, Ecotone forêt-savane, Savane humide, Végétation

VEGETATION ANALYSIS IN WEST AFRICAN FOREST-SAVANNA ECOTONE IN A CONTEXT OF BUSH ENCROACHMENT

ABSTRACT

The shrub encroachment observed in forest-savanna ecotone of West Africa is due to the progression of forest on savanna. This study aims to analyse vegetation boundaries, in order to understand their dynamic and identify the boundaries type, and the floral composition that mark this progression. In the Lamto reserve (Côte d'Ivoire) : the main boundaries types observed between forest and savanna were studied: clear borders (CB), lianas borders (LB) and *Chromolaena odorata* borders (ChB). For each type of borders, three transects, 100 m x 5 m each were installed by border, perpendicularly to the boundaries. Species, their developmental stage, height and diameter (d.b.h) were recorded for all individuals in 20 quadrats of 5 m² each, on each transect. Globally, 230 species belonging to 176 genera and 61 families were identified, among which Fabaceae and Rubiaceae were most represented. Diversity was higher for lianas borders (103 species), followed by the clear borders (85 species) and *C. odorata* borders (80 species). More forest species, generally at seedling stage were recorded in savanna on LB (14) compared to CB (8) and ChB (6). These LB is floristically closer to the forest. The LB border characterized by the pioneer species such as *Erythroxylum emarginatum* and *Turraea heterophylla* seems to be correlated to dynamic of forest progression on savanna, whereas the other borders seem more stable.

Key words : Shrub encroachment, Forest-savanna borders, Dynamic, Humid savanna, Vegetation

¹ UFR des Sciences de la Nature, Station d'Ecologie de Lamto/CRE, Pôle de Recherche Environnement et Développement Durable, Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire,

² IEES-Paris (CNRS, IRD, UPMC, INRA, UPEC), UPMC, 4 place Jussieu, 75252 Paris cedex 05, France

³ Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire, 01 BP 1303 Abidjan 01

*Auteur de correspondance : soroyenilougo@gmail.com

Introduction

Le terme savane désigne l'ensemble des écosystèmes naturels où coexistent une strate herbacée continue et une strate ligneuse plus ou moins discontinue (Hétier et Lopez, 2005). Elles occupent environ 20 % des terres émergées à l'échelle mondiale, 40 % des zones tropicales et la moitié de la surface terrestre de l'Afrique (Scholes et Archer, 1997). Des expériences d'exclusion du feu en Côte d'Ivoire (Lamto), tout comme dans plusieurs autres savanes humides, ont montré que la forêt peut s'installer en quelques décennies (Vuattoux, 1970).

Cependant, malgré la mise à feu annuelle de la savane, des relevés de terrain et photographies aériennes réalisés à Lamto, au niveau de la limite entre la forêt et la savane, ont montré une évolution de la forêt sur la savane (Spichiger, 1975). Des espèces forestières s'installent au niveau des limites, ce qui traduit une avancée irrégulière de la forêt le long des lisières (Youta *et al.*, 2000). Cette avancée avoisine le mètre chaque année (Gautier, 1989 ; 1994). La stratégie de recolonisation des arbres pourrait se résumer en trois phases (Spichiger et Pamard, 1973). Elle débute par l'invasion par les espèces rudérales telles que *Ipomoea involucreata* P. Beauv., *Urena lobata* L., *Triumfetta rhomboidea* Jacq. Certaines plantules forestières de *Paullinia pinnata* L., *Mallotus oppositifolius* (Geiseler) Müll.Arg., *Allophylus africanus* P.Beauv., particulièrement dynamiques, envahissent les lisières. L'ombrage des arbres de forêt présents à la lisière permet à des plantules plus sensibles de forêt comme *Lecaniodiscus cupanioides* Planch. ex Benth de s'installer au niveau des lisières. Ensuite, une brousse très dense se développe, avec de très nombreuses espèces végétales colonisatrices et secondaires. Les espèces rudérales disparaissent peu à peu pour être remplacées par des Graminées et des herbacées de sous-bois forestier. La troisième phase est caractérisée par l'implantation d'une strate arbustive secondaire formée par des espèces telles que *Milicia excelsa* (Welw.) C.C.Berg, *Antiaris toxicaria* var. *africana* Scott-Elliot ex

A.Chev., *Cola gigantea* A.Chev., *Dalbergiella welwitschii* (Baker) Baker f. Le sous-bois est composé presque uniquement d'espèces forestières et la strate sous-arbustive est très dense. Ce processus pourrait entraîner, à long terme, une transformation de cet écosystème en forêt. L'augmentation de la densité des ligneux qui en résulte, est également observée dans de nombreuses autres savanes à travers le monde (Durigan et Ratter, 2016 ; Case et Starver, 2017), et peut avoir un impact négatif sur la biodiversité, l'herbivorie et le tourisme (Gray et Bond, 2013).

À la suite du travail de Spichiger et Pamard (1973) réalisé dans la région de Lamto (Côte d'Ivoire), suivi d'un travail de prospection sur le terrain préalable à cette étude, ainsi que des recherches bibliographiques ont permis de définir trois principales bordures (limites) entre la forêt et la savane dans la réserve de Lamto. Ce sont les limites nettes (LN), les limites à lianes (LL) et les limites à *Chromolaena odorata* (L.) R.M.King & H. Rob. (LC). Les LN se présentent comme un mur bordant la savane où les troncs des arbres de forêt sont visibles à partir de la savane (Schnell, 1976). Les LL ou contacts diffus sont formés par plusieurs espèces lianescentes associées aux touffes d'arbustes établies dans le couvert graminéen sous forme de bosquets (Van der Maarel, 1976). Les LC sont caractérisées par une épaisse brousse quasiment monospécifique à *Chromolaena odorata* (Gautier, 1994). Si les travaux de (Spichiger, 1975) ont montré une sensible progression de la forêt sur la savane dans le sud du V-Baoulé, notre étude visant à comprendre l'avancée de la forêt sur la savane à travers les différents types de limites analysées, permettra de mieux comprendre cette dynamique de l'écotone forêt-savane à Lamto. Il s'est agi : (i) d'évaluer la composition floristique de ces limites ; (ii) d'identifier et de répertorier les espèces indicatrices (pionnières) de l'évolution de la forêt ; (iii) de déterminer le type ou les types de limites susceptibles d'évoluer plus rapidement dans cet écosystème.

Matériel et Méthodes

Site d'étude

L'étude a été menée dans la Réserve de Lamto, située dans la zone de transition entre la forêt dense semi-décidue et la savane guinéenne. Elle s'étend sur une superficie de 2500 ha ; et se situe entre 6° 13' à 6° 25' de latitude Nord et 5° 01' à 4° 97' de longitude Ouest. Le climat est de type tropical humide et les précipitations moyennes annuelles oscillent autour de 1200 mm avec une température moyenne annuelle de 27,8° C. La végétation est une mosaïque forêt-savane composée de forêts galeries riveraines du fleuve Bandama, des lambeaux de forêts denses semi-décidues et des savanes à rôniers. La partie savane occupe 80 % du couvert végétal et est caractérisée par une association à *Andropogoneae* (*Andropogon* spp. et *Hyparrhenia* spp.), de *Borassus aethiopicum* Mart. et de quelques arbustes (Devineau, 1976).

Dispositif d'échantillonnage

Les trois principaux types de limites entre la forêt et la savane retenus sont les limites nettes, les limites à *C. odorata* et les limites à lianes (Figure 1). Ces limites ont été identifiées suite à une prospection de la réserve de Lamto, préalablement à cette étude et sur la base des descriptions faites par Spichiger et Pamard (1973), Schnell (1976), Van der Maarel (1976) et Gautier (1994). Durant cette étude, ces différents types de limites ont été repérés à l'aide d'un GPS en parcourant toute la réserve.

Pour chaque type de limite, trois transects de 100 m x 5 m, séparés d'au moins 1 km ont été installés dans le sens forêt-savane en traversant perpendiculairement la bordure de la forêt jusqu'à la savane. Pour chaque transect, une distance de 50 m a été marquée depuis le bord jusqu'à l'intérieur de la forêt, puis à partir de son bord, une pénétration de 50 m a été réalisée dans la savane.

L'inventaire de la végétation a été réalisé sur des quadrats de 5 m² (5 m dans le sens de la largeur des transects et 1 m dans le sens de la longueur) distants de 4 m, installés le long des transects. Cette taille de quadrat est appropriée pour l'échantillonnage des

différents stades de développement des ligneux (Koulibaly, 2008). Neuf quadrats ont été obtenus depuis la limite de la lisière jusqu'à la forêt (F1-F9), 9 autres quadrats obtenues de la lisière jusqu'à la savane (S1-S9) et 2 quadrats (S0-F0) au niveau de la lisière, pour chaque transect. Au total, 180 quadrats (relevés) ont été réalisés sur les neuf transects dont 81 dans la forêt (F1-F9), 18 à la lisière (S0-F0) et 81 dans la savane parcourue annuellement par le feu (S1-S9).

Inventaire floristique des ligneux

L'inventaire floristique a consisté à déterminer l'espèce et son stade de développement dans chacun des quadrats de 5 m². Une excavation du réseau racinaire des individus a permis de distinguer les plantules et les rejets. Le rejet est un jeune plant qui a repoussé entre deux feux (ne portant pas de traces de feu sur sa tige selon Gignoux (1994)), tandis que la plantule est le plant issu de la graine. Le rejet se différencie de la plantule d'une part, par sa grande taille avec une tige érigée et de l'absence de cotylédons au collet et d'autre part, par les racines importantes ayant emmagasinées des réserves nutritives nécessaires pour sa survie, contrairement à la plantule qui a des racines superficielles (Lahoreau, 2005).

L'identification des espèces végétales a été faite à l'aide des ouvrages de Lebrun et Stork (1991; 1992; 1995; 1997). Les échantillons ont été confrontés à ceux des herbiers du Centre National de Floristique de l'Université Félix Houphouët-Boigny et du Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire (CSRS). Le système de classification APG III (2009) a été choisi.

Inventaire floristique des Graminées

Les graminées ont été inventoriées sur le même dispositif que les ligneux (quadrats de 5 m²), et identifiées. Pour celles présentées sous forme de touffes ou les individus multicaules, la touffe a été considérée comme un seul individu (N'Sielolo *et al.*, 2015).

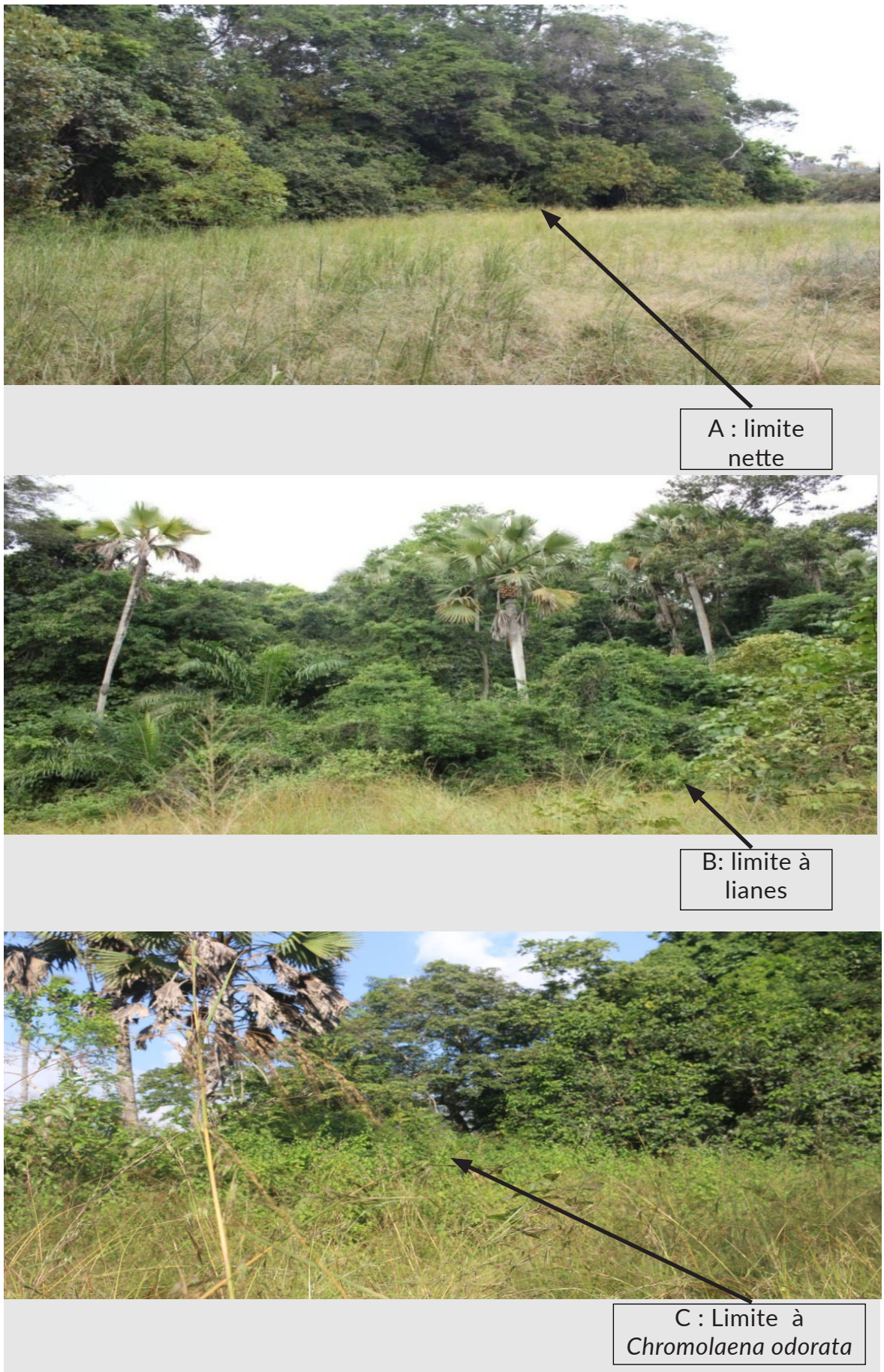


Figure 1 : Illustration des différents types de limites. A : limite nette, B : limite à liane, et C : limite à *Chromolaena odorata*.

Analyses des données

Richesse spécifique et diversité floristique

La richesse spécifique est déterminée par le nombre total de taxons inventoriés dans les quadrats. La notion de diversité floristique englobe également la richesse floristique et la régularité qui exprime la manière dont les individus rencontrés sont répartis dans les espèces inventoriées (Kent et Coker, 1992). Plusieurs indices existent pour expliquer la diversité floristique mais le plus fréquemment utilisé est celui de Shannon noté H' . Cet indice tient compte du nombre d'espèces inventoriées et de leurs abondances. Il est utilisé pour évaluer l'hétérogénéité et la diversité d'un biotope. Il est maximum lorsque toutes les espèces sont équitablement représentées dans l'échantillon et est faible quand la dominance d'un petit nombre d'espèces est élevée. Plus l'indice est faible, moins le milieu est diversifié (Legendre et Legendre, 1984). Pour les échantillons ne contenant qu'une seule espèce, H' est égale à zéro. Dans une communauté de S espèces et N individus, cet indice se calcule selon la formule suivante :

$$H' = -\sum_{i=1}^S N_i / N \cdot \log (N_i / N)$$

N : le nombre total d'espèces

N_i : le nombre d'individus de l'espèce i

Résultats

Richesse spécifique

L'inventaire floristique global a permis de recenser un total de 230 espèces réparties en 176 genres et 61 familles. Les plus représentées sont dans l'ordre décroissant les Fabaceae (49 espèces), les Rubiaceae (18 espèces), les Apocynaceae (15 espèces), les Poaceae (14 espèces), les Euphorbiaceae (7 espèces), les Malvaceae (7 espèces), les Sapindaceae (7 espèces), les Moraceae (6 espèces), les Ebenaceae (6 espèces), les Arecaceae (5 espèces), les Meliaceae (5 espèces), les Vitaceae (5 espèces). Les autres familles ont chacune un effectif inférieur à 5 espèces (Tableau 1).

Types biologiques et distribution phytogéographiques

Les types biologiques et distribution phytogéographiques utilisés sont principalement ceux définis d'après la classification de Raunkiær (1934). La liste des espèces végétales a été confrontée à celle de Aké-Assi (1984) pour dresser une liste à l'intérieur de chaque région phytogéographique.

Analyses statistiques

L'analyse de variance à un facteur réalisée avec le logiciel R a permis de comparer en fonction des types de limite : (i) le nombre d'espèces des transects ; (ii) le nombre d'espèces au niveau des lisières et (iii) le nombre d'espèces de forêt présentes en savane. Lorsqu'une différence significative est observée, le test de Tukey a permis de comparer les limites entre elles.

À l'aide du logiciel XLSTAT, une analyse de classification ascendante (ACH) a permis de regrouper les relevés des différents types de limites sur la base de leur composition spécifique. Une Analyse en Composantes Principales (ACP) a été réalisée à partir de l'ensemble des relevés et espèces végétales des différents types de limites afin d'identifier les paramètres permettant de distinguer le mieux la distribution des espèces.

La comparaison de la richesse spécifique par type de limite montre qu'aussi bien pour les transects que pour la lisière, le nombre total d'espèces est plus élevé au niveau des limites à liane comparativement aux limites à *C. odorata* et aux limites nettes (Tableau 2).

Diversité spécifique

L'indice de Shannon a montré une valeur plus forte (diversité spécifique plus importante) pour les limites à lianes par rapport aux limites nettes et celles à *C. odorata* en savane ou au niveau de la lisière. Cet indice est plus faible pour les limites à lianes en forêt (Tableau 3).

Tableau 1: Espèces végétales des sites d'étude réparties en fonction des familles, des types biologiques et chorologiques.

mp : microphanérophyte ; np : nanophanérophyte ; mP = Mésophanérophyte ; mg = Mégaphanérophyte ; G = Géophyte ; Gr= Géophyte rhizomateuse ; Hc = Hémiptérophyte ; th = Thérophyte ; Ch = Chamaéphytes ; Ep = Epiphyte, l= Liane ligneuse, lh= Liane herbacée. GC-SZ = Taxon de la zone de transition entre la région guinéo-congolaise et la région soudano-Zambézienne ; GC = Taxon de la région guinéo-congolaise ; GCW = Taxon endémique du bloc forestier à l'Ouest du Togo, comprenant le Ghana, la Côte d'Ivoire, le Libéria, la Sierra Leone, la Guinée, la Guinée Bissau, la Gambie et la Sénégal ; GCi = Taxon endémique à la Côte d'Ivoire ; Inc = Taxon introduit ou cultivé ; panT = Taxon pantropical.

Espèces	Familles	Types biologiques	Phytochories	
<i>Ruellia togoensis</i> (Lindau) Heine	Acanthaceae	np	GCW	
<i>Aloe buettneri</i> Berger	Aloaceae	Hc	SZ	
<i>Lannea barteri</i> (Oliv.) Engl.	Anacardiaceae	mp	GC-SZ	
<i>Pseudospondias microcarpa</i> (A.Rich.) Engl.		mP	GC-SZ	
<i>Sorindeia warneckei</i> Engl.		mp	GC	
<i>Spondias mombin</i> L.		mp	GC-SZ	
<i>Annona senegalensis</i> Pers.	Annonaceae	np	SZ	
<i>Uvaria afzelii</i> Sc.Elliott		Lmp	GC	
<i>Uvaria ovata</i> subsp. <i>afzeliana</i> (DC.) Keay		Lmp	GCW	
<i>Xylopiya aethiopyca</i> (Dun.) A.Rich.		mP	GC-SZ	
<i>Baissea zygodoides</i> (K.Schum.) Stapf	Apocynaceae	Lmp	GCW	
<i>Cionura erecta</i> (L.) Griseb.		Lmp	GC	
<i>Holarrhena floribunda</i> (G.Don) Dur & Schinz		mP	GC-SZ	
<i>Landolphia heudelotii</i> A.DC.		LmP	GC-SZ	
<i>Landolphia hirsuta</i> (Hua) Pichon		LmP	GC-SZ	
<i>Landolphia membranacea</i> (Stapf) Pichon		Lmp	GCW	
<i>Landolphia nitidula</i> Persoon		Lmp	GCW	
<i>Landolphia</i> sp.		Lmp	Inc	
<i>Landolphia togolana</i> (Hallier f.) Pichon		LmP	GCW	
<i>Pleiocarpa mutica</i> Benth.		mp	GC	
<i>Saba comorensis</i> (Boj.) Pichon		l	GC-SZ	
<i>Saba senegalensis</i> (A.DC.) Pichon		l	SZ	
<i>Secamone afzelii</i> (Schultes) K.Schum.		Lmp	GC	
<i>Strophanthus hispidus</i> DC.		mp	GC-SZ	
<i>Strophanthus sarmentosus</i> DC.		mP	GC-SZ	
<i>Anchomanes welwitschii</i> Rendle		Araceae	G	SZ
<i>Cussonia arborea</i> Hochst. ex A.Rich.		Araliaceae	mp	SZ
<i>Borassus aethiopyum</i> Mart.		Arecaceae	MP	GC-SZ
<i>Calamus deëratu</i> s Mann & Wendl.			LmP	GC-SZ
<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.			mP	GC
<i>Phoenix reclinata</i> Jacq.	mp		GC-SZ	
<i>Raphia hookeri</i> Mann & Wendl.	mp		GC	
<i>Aspilia bussei</i> O.Hoffm. & Muschl.	Asteraceae	np	GC-SZ	
<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M.King & H. Rob.		np	GC	
<i>Vernonia guineensis</i> Benth.		Hc	SZ	
<i>Vernonia nigritiana</i> Oliv. & Hiern		Hc	SZ	
<i>Thonningia sanguinea</i> Vahl	Balanophoraceae	G	GC	
<i>Newbouldia laevis</i> (P.Beauv.) Seemann ex Bureau	Bignoniaceae	mp	GC	
<i>Cordia myxa</i> L.	Boraginaceae	mp	SZ	
<i>Loeseneriella africana</i> (Willd.) N.Hallé	Celastraceae	mp	GC	
<i>Salacia Cornifolia</i> Hook.f.		Lmp	GC	
<i>Salacia erecta</i> (G.Don) Walpers		Lmp	GC	

Tableau 1: Suite

Espèces	Familles	Types biologiques	Phytochories
<i>Garcinia epunctata</i> Stapf	Clusiaceae	mp	GC-SZ
<i>Cochlospermum planchonii</i> Hook.f.	Coccolospermeaceae	np	SZ
<i>Combretum racemosum</i> P.Beauv.	Combretaceae	mP	GC
<i>Combretum zenkeri</i> Engl. & Diels		l	GC
<i>Terminalia schimperiana</i> Hochst.		mp	SZ
<i>Commelina erecta</i> L.	Commelinaceae	np	GC-SZ
<i>Agelaea pentagyna</i> (Lam.) Baill.	Connaraceae	mp	GC
<i>Cnestis ferruginea</i> DC.		Lmp	GC
<i>Ipomoea mauritiana</i> Jacq.	Convolvulaceae	mp	GC-SZ
<i>Neuropeltis acumulata</i> (P.Beauv) Benth.		l	GC
<i>Costus afer</i> Ker-Gawl.	Costaceae	np	GC-SZ
<i>Cyperus laxus</i> Lam. subsp. <i>laxus</i>	Cyperaceae	th	GC-SZ
<i>Scleria naumanniana</i> Böck.		Gr	GC-SZ
<i>Dichapetalum madagascariense</i> Poir.	Dichapetalaceae	mp	GC
<i>Dichapetalum pallidum</i> (Oliv.) Engl.		mp	GC
<i>Tetracera alnifolia</i> subsp. <i>dinklagei</i> (Gilg) Kubitzki	Dilleniaceae	LmP	GCW
<i>Dioscorea togoensis</i> R.Knuth	Dioscoraceae	G	GC-SZ
<i>Dracaena arborea</i> (Willd.) Link	Dracaenaceae	mp	GC
<i>Sansevieria liberica</i> Gérome. & Labroy.		Gr	GC-SZ
<i>Diospyros abyssinica</i> (Hiern) F.White	Ebenaceae	mp	GC-SZ
<i>Diospyros ferrea</i> (Willd.) Bakh.		mp	GC
<i>Diospyros heudelotii</i> Hiern		mP	GCW
<i>Diospyros mespiliformis</i> Hochst. ex A.DC.		mp	GC-SZ
<i>Diospyros monbuttensis</i> Gürke		mp	GC
<i>Diospyros soubreana</i> F.White		np	GC
<i>Erythroxylum emarginatum</i> Thonn.	Erythroxylaceae	mp	GC-SZ
<i>Antidesma membranaceum</i> Müll.Arg.	Euphorbiaceae	mp	GC-SZ
<i>Drypetes chevalieri</i> Beille ex Hutch. & Daziel		mp	GC
<i>Drypetes floribunda</i> (Müll.Arg.) Hutch.		mp	GC-SZ
<i>Flueggea virosa</i> (Willd.) Voigt		np	GC-SZ
<i>Mallotus oppositifolius</i> (Geisel.) Müll.Arg.		mp	GC-SZ
<i>Tragia benthamii</i> Baker		Lnp	GC
<i>Tragia vogelii</i> Keay		Lnp	SZ
<i>Abrus precatorius</i> L.	Fabaceae	Lmp	GC-SZ
<i>Afzelia africana</i> Sm. ex Pers.		mP	GC-SZ
<i>Albizia adianthifolia</i> (Schumach.) W.F.Wight		mP	GC
<i>Albizia ferruginea</i> (Guill. & Perr.) Benth.		mP	GC-SZ
<i>Albizia zygia</i> (DC.) J.F.Macbr.		mP	GC-SZ
<i>Alysicarpus ovalifolius</i> (Schumach. & Thon.) J.Léonard		np	GC-SZ
<i>Andira inermis</i> (W.Wright) DC.		mP	GC-SZ
<i>Anthonotha crassifolia</i> (Baill.) J.Léonard		mp	GC-SZ
<i>Baphia bancoensis</i> Aubrév.		mp	GCi
<i>Baphia nitida</i> Lodd.		mp	GC
<i>Baphia pubescens</i> Hook.f.		mp	GC
<i>Berlinia confusa</i> Hoyle		mP	GC
<i>Cassia mimosoides</i> L.		np	GC-SZ
<i>Cassia sieberiana</i> DC.		mp	GC-SZ
<i>Centrosema pubescens</i> Benth.		mp	GC

Tableau 1: Suite

Espèces	Familles	Types biologiques	Phytochories
<i>Cryptosepalum tetraphyllum</i> (Hook.f.) Benth.	Fabaceae	mP	GCW
<i>Dalbergia hostilis</i> Benth.		mp	GC
<i>Dalbergia oblongifolia</i> G.Don		Lmp	GCW
<i>Dalbergiella welwitschii</i> (Baker) Baker f.		Lmp	GC
<i>Desmodium velutinum</i> (Willd.) DC.		np	GC-SZ
<i>Detarium senegalense</i> J. F.Gmel.		mP	GC-SZ
<i>Dialium guineense</i> Willd.		mP	GC
<i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wright & Arn. subsp. <i>cinerea</i>		mp	GC-SZ
<i>Eriosema flemingoides</i> Baker		np	GC-SZ
<i>Eriosema glomeratum</i> (Guill. & Perr.) Hook.f.		np	GC-SZ
<i>Eriosema molle</i> Hutch. ex Milne-Redh.		np	GCW
<i>Erythrophleum suaveolens</i> (Guill. & Perr.) Brenan		mP	GC-SZ
<i>Griffonia simplicifolia</i> (Vahl ex DC.) Baill.		l	GC
<i>Indigofera bracteolata</i> DC.		np	SZ
<i>Indigofera dendroides</i> Jacq.		np	GC-SZ
<i>Indigofera polysphaera</i> Baker		np	GC-SZ
<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) H.B. & K.		mp	GC-SZ
<i>Mezoneuron benthamianum</i> Baill.		l	GC
<i>Millettia zechiana</i> Harms		mp	GC
<i>Philenoptera cyanescens</i> (Schumach. & Thonn.) Roberty		LmP	GC-SZ
<i>Piliostigma thonningii</i> (Schumach.) Milne-Redh.		mp	GC-SZ
<i>Platysepalum hirsutum</i> (Dunn) Hepper		LmP	GCW
<i>Pseudarthria fagifolia</i> Baker		np	SZ
<i>Pterocarpus erinaceus</i> Poir.		mp	SZ
<i>Tamarindus indica</i> L.		mp	GC-SZ
<i>Tephrosia bracteolata</i> Guill. & Perr.		np	GC-SZ
<i>Tephrosia elegans</i> Schumach.		np	GC-SZ
<i>Uraria picta</i> (Jacq.) DC.		np	GC-SZ
<i>Vigna heterophylla</i> A.Rich.		mp	GC-SZ
<i>Vigna luteola</i> (Jacq.) Benth.		mp	GC-SZ
<i>Vigna multinervis</i> Hutch. & Daziel	mp	GC-SZ	
<i>Vigna racemosa</i> (G.Don) Hutch. & Dalziel	mp	GC-SZ	
<i>Vigna reticulata</i> Hook.f.	mp	GC-SZ	
<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.	th	GC-SZ	
<i>Flagellaria guineensis</i> Schumach.	Flagellariaceae	mp	GC
<i>Anthocleista djalonensis</i> A.Chev.	Gentianaceae	mp	GC-SZ
<i>Psorospermum febrifugum</i> Spach	Hypericaceae	mp	GC-SZ
<i>Curculigo pilosa</i> (Schumach. & Thonn.) Engl.	Hypoxydaceae	Hc	SZ
<i>Clerodendrum umbellatum</i> Poir.	Labiatae	np	GC
<i>Napoleonaea vogelii</i> Hook. & Planch.	Lecythidaceae	mp	GC
<i>Hugonia planchonii</i> Hook.f.	Linnaceae	mp	GC
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Malvaceae	MP	GC-SZ
<i>Christiana africana</i> DC.		mp	GC-SZ
<i>Corchorus aestuans</i> L.		th	GC-SZ
<i>Glyphaea brevis</i> (Spreng.) Monachino		mp	GC
<i>Grewia carpinifolia</i> Juss.		mp	GC
<i>Grewia mollis</i> Juss.		mp	GC
<i>Hibiscus cannabinus</i> L.		np	GC-SZ

Tableau 1: Suite

Espèces	Familles	Types biologiques	Phytochories
<i>Cola gigantea</i> var. <i>glabrescens</i> Brenan & Keay	Malvaceae	mP	GC-SZ
<i>Pterygota macrocarpa</i> K.Schum.		mg	GC
<i>Sterculia tragacantha</i> Lindl.		mp	GC-SZ
<i>Hypselodelphys violacea</i> (Ridl.) Milne-Redh.	Maranthaceae	mp	GC
<i>Melastomastrum capitatum</i> (Vahl) A. & R.Fern.	Melastomataceae	np	GC-SZ
<i>Warneckea cinnamomoides</i> (G. Don) Jacq.-Fél.		mp	GC
<i>Warneckea guineensis</i> (Keay) Jacq.-Fél.		mp	GC
<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	Meliaceae		Inc
<i>Entandrophragma angolense</i> (Welw.) C.DC.		mg	GC
<i>Khaya anthotheca</i> (Welw.) C.DC.		mg	GC
<i>Trichilia prieureana</i> A.Juss.		mp	GC
<i>Turraea heterophylla</i> Sm.		np	GCW
<i>Penianthus patulinervis</i> Hutch. & Dalziel		Menispermaceae	mp
<i>Tiliacora leonensis</i> (Scott-Elliot) Diels	Lmp		GCW
<i>Triclisia patens</i> Oliv.	mp		GCW
<i>Triclisia subcordata</i> Oliv.	mp		GC-SZ
<i>Antiaris toxicaria</i> Lesch.	Moraceae	mP	GC-SZ
<i>Ficus platyphylla</i> Delile		mp	SZ
<i>Ficus sur</i> Forssk.		mp	GC-SZ
<i>Ficus vallis-choudae</i> Delile		mp	SZ
<i>Milicia excelsa</i> (Welw.) C.C.Berg		mg	GC
<i>Morus mesozygia</i> Stapf ex A.Chev.		mP	GC
<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	mP	panT
<i>Campylospermum glaberrimum</i> (P.Beauv.) Farron	Ochnaceae	np	GC
<i>Rhabdophyllum affine</i> (Hook.f.) Van Tiegh.		np	GC
<i>Olex subscorpioidea</i> Oliv.	Olacaceae	mp	GC-SZ
<i>Adenia lobata</i> (Jacq.) Engl.	Passifloraceae	mp	GC
<i>Mondia whitei</i> (Hook.f.) Skeels	Periplocaceae	l	GC-SZ
<i>Bridelia ferruginea</i> Benth.	Phyllanthaceae	mp	GC-SZ
<i>Phyllanthus amarus</i> Schumach. & Thonn.		np	GC
<i>Phyllanthus muellerianus</i> (O.Ktze.) Exell		np	GC
<i>Andropogon ivorensis</i> Adjan. & Clayton	Poaceae	Hc	SZ
<i>Authephora cristata</i> (Döll) Hack. ex De Wild. & T.Durand		Hc	GC-SZ
<i>Hackelochloa granularis</i> (L.) Kuntze		th	GC-SZ
<i>Hyparrhenia diplandra</i> (Hack.) Stapf		Hc	GC-SZ
<i>Hyperthelia dissoluta</i> (Steud.) Clayton		Hc	GC-SZ
<i>Imperata cylindrica</i> (L.) Raeuschel		Gr	GC-SZ
<i>Leptochloa caerulescens</i> Steud.		th	GC-SZ
<i>Loudetia simplex</i> (Nees) Hubb.		Hc	GC-SZ
<i>Olyra latifolia</i> L.		np	GC
<i>Oplismenus hirtellus</i> (L.) P.Beauv.		ch	GC-SZ
<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) Clayton		th	GC-SZ
<i>Schizachyrium platyphyllum</i> (Franch.) Stapf		Hc	GC-SZ
<i>Setaria barbata</i> (Lam.) Kunth		th	GC-SZ
<i>Setaria megaphylla</i> (Steud.) T.Durand & Schinz		Hc	GC
<i>Cremaspora triflora</i> (Thonn.) K.Schum.		Rubiaceae	mp
<i>Crossopteryx febrifuga</i> (Afzel. ex G.Don) Benth.	mp		GC-SZ
<i>Euclinia longiflora</i> Salisb.	mp		GC

Tableau 1: Suite

Espèces	Familles	Types biologiques	Phytochories
<i>Gardenia ternifolia</i> Schumach. & Thonn.	Rubiaceae	np	SZ
<i>Hymenocoleus hirsutus</i> (Benth.) Robbr		ch	GC
<i>Keetia hispida</i> (Benth) Bridson		Lmp	GC
<i>Keetia mannii</i> (Hiern) Bridson		mp	GC
<i>Morinda longiflora</i> G.Don		mP	GC-SZ
<i>Multidentia pobeguini</i> (Hutch. & Dalziel) Bridson		Lmp	GCW
<i>Pavetta corymbosa</i> (DC.) F. N. Williams var. <i>corymbosa</i>		mp	GC-SZ
<i>Psychotria psychotrioides</i> (DC.) Roberty		mp	GC-SZ
<i>Psychotria schweinfurthii</i> Hiern		np	GC-SZ
<i>Psydrax horizontalis</i> (K. Schum. & Thonn.) Bridson		Lmp	GC-SZ
<i>Psydrax parviflora</i> (Affzel.) Bridson var. <i>parviflora</i>		mp	GC
<i>Sarcocephalus latifolius</i> (Smith) Bruce		mp	GC-SZ
<i>Spermacoce hepperana</i> Verdcourt		Th	GC-SZ
<i>Spermacoce ruelliae</i> DC.		Th	GC-SZ
<i>Tricalysia faranahensis</i> Aubrév. & Pellegr.		mp	GCW
<i>Clausena anisata</i> (Willd.) Hook. ex Benth.		Rutaceae	np
<i>Vepris verdoorniana</i> (Engl. & Mendonça) Mziray	mp		GC
<i>Zanthoxylum lepreurii</i> Guill. & Perr.	mp		GC-SZ
<i>Zanthoxylum zanthoxyloides</i> (Lam.) Zepernick & Timber	mg		GC-SZ
<i>Allophylus africanus</i> P. Beauv.	Sapindaceae	mp	GC
<i>Blighia sapida</i> K.D.Koenig		mP	GC-SZ
<i>Blighia unijugata</i> Baker		mP	GC
<i>Deinbollia pinnata</i> (Poir.) Schumach. & Thonn.		np	GC
<i>Lecaniodiscus cupanioides</i> Planch.		mp	GC
<i>Pancovia bijuga</i> Willd.	Sapotaceae	np	GC
<i>Paullinia pinnata</i> L.		mp	GC-SZ
<i>Mimusops kummel</i> A.DC.	Sapotaceae	mp	SZ
<i>Pouteria alnifolia</i> (Baker) Roberty		mp	GC-SZ
<i>Smilax anceps</i> Willd.	Smilacaceae	Lmp	GC-SZ
<i>Strychnos spinosa</i> Lam.	Strychnaceae	mp	SZ
<i>Tacca leontopetaloides</i> (L.) Kuntze	Taccaceae	G	SZ
<i>Celtis philippensis</i> Blanco	Ulmaceae	mp	GC
<i>Celtis zenkeri</i> Engl.		mP	GC
<i>Lantana ukambensis</i> (Vatke) Verdc.	Verbenaceae	np	SZ
<i>Lippia multiflora</i> Moldenke		np	GC-SZ
<i>Premna lucens</i> A.Chev.		mp	GCW
<i>Vitex doniana</i> Sweet		mp	GC-SZ
<i>Cissus aralioides</i> (Welw. ex Baker) Planch.	Vitaceae	Lmp	GC-SZ
<i>Cissus petiolata</i> Hook.f.		mP	GC-SZ
<i>Cissus populnea</i> Guill. & Perr.		mp	GC-SZ
<i>Cyphostemma adenocaulis</i> (Steud ex Rich.) Descoings ex Wild & Drumm.		Lmp	GC-SZ
<i>Cyphostemma adenopodum</i> (Sprague) Desc		Lmp	GC
<i>Aframomum alboviolaceum</i> (Ridl.) K.Schum.	Zingiberaceae	Gr	GC
<i>Aframomum sceptrum</i> (Oliv. & Hand.) K.Schum.		Gr	GC

Tableau 2 : Nombre moyen d'espèces végétales inventoriées dans les trois types de limites au niveau des transects et des lisières.

Type de limite	Transect	Lisière
Limite nette	85± 3 ^{ab}	68±8 ^{ab}
Limite liane	103 ± 3 ^a	87±3 ^a
Limite <i>C. odorata</i>	80 ± 8 ^b	37±5 ^b

Les valeurs avec les mêmes lettres dans une même colonne ne sont pas significativement différentes.

Tableau 3 : Valeurs de l'indice de Shannon aux niveaux des différents types de limites.

Type de limites	Partie forêt	Lisière	Partie savane
Limites nettes	1,11	1,09	0,79
Limite à liane	1,01	1,13	0,90
Limite à <i>C. odorata</i>	1,08	1,01	0,74

Types bio-morphologiques et répartition phytogéographique

Les types biologiques, au nombre de 11 sont dominés par les microphanérophytes (40 % des espèces), suivis par les nanophanérophites (17 % des espèces), les mésophanérophites (12 % des espèces), les lianes microphanérophytes (9 % des espèces), les lianes ligneuses (5 % des espèces), les hémicryptophytes (5 %), les thérophytes (4 %), les arbres mégaphanérophites (4 %), les géophytes (2 % des espèces), les chaméphytes (1 % des espèces) et les lianes herbacées (1 % des espèces).

Les répartitions phytogéographiques des espèces montrent que les taxons endémiques aux régions guinéo-congolaise et soudano-zambézienne (GC-SZ) qui prédominent avec 50 % des espèces. Ils sont suivis des taxons de la région guinéo-congolaise (GC), avec 33 % des espèces. Ceux de la zone Soudano-zambézienne (SZ) représente 9 % des espèces, les taxons endémiques au bloc forestier Africain de l'Ouest (GCW), avec 7,5 % des espèces, et les taxons endémiques à la Côte d'Ivoire (GCi), avec 0,5% des espèces (Tableau 1).

Regroupement des relevés le long des transects

L'analyse de la classification ascendante hiérarchique des relevés a été réalisée à partir de la matrice de similarité de Horn. Le principe est de rassembler des individus selon un critère de ressemblance. Elle montre une séparation des relevés le long des transects.

Le dendrogramme relatif à l'ensemble des relevés du site montre une forte dissimilarité (80 %) entre les parcelles de la forêt et celles de la savane. Les différents groupes se séparent les uns des autres. Les relevés de savane (S1-S9) se séparent les premiers laissant les relevés de forêt (F2-F3-F1-F5-F4-F6-F8-F7 et F9) et de lisière (F0 et S0) ensemble avant que ceux des lisières ne se séparent ensuite (Figure 2). Le dendrogramme relatif à la limite à liane montre une forte dissimilarité (30 %) entre les parcelles de la forêt et celles de la savane. Trois groupes se distinguent. Le premier groupe est composé des relevés de savane (S1 à S9). Le second groupe est celui de la lisière et une partie du transect de forêt (S0- F3) et le troisième groupe est composé des relevés de forêt (F4- F9). Les relevés de lisière (F0 et S0) se rapprochent plus clairement des relevés de forêt. Les relevés de savane sont les premiers à se séparer laissant les relevés de forêt ensemble avec une lisière assez large (Figure 3a). Quant aux limites à *C. odorata*, deux groupes de relevés sont également observés, celui composés des relevés de savane (S0-S9) et celui de la forêt (F0-F3), (Figure 3b). Les limites nettes présentent également deux groupes de relevés composés des relevés de savane (S0-S9) et ceux de forêt (F0-F9) avec absence de lisière (Figure 3c).

Regroupement des relevés en fonction des espèces caractéristiques

Une Analyse en Composantes Principales (ACP) a été réalisée afin de regrouper les espèces du site d'étude. Les axes F1 et F2 expliquent 75,92 % de la variabilité floristique. L'ACP suggère quatre groupes floristiques (Figure 4). Le premier groupe est composé des relevés de savane (S1-S9). Ceux-ci renferment des espèces caractéristiques de savanes telles que *Bridelia ferruginea*, *Crossopteryx febrifuga*, *Piliostigma thonningii*, *Borassus aethiopum* et

Terminalia schimperiana. Le second groupe (F1-F9), celui des relevés de l'intérieur de la forêt, est composé d'espèces de forêt dont certaines sont caractéristiques de la forêt humide semi-décidue. Ce sont *Celtis philippensis*, *Antiaris toxicaria*, *Pouteria alnifolia*, *Lecaniodiscus cupanioides*, *Erythroxylum emarginatum*, *Cryptosepalum tetraphyllum*, *Dialium guineense*, *Napoleonaea vogelii*. Les deux groupes de la lisière (S0 et F0). Ils sont floristiquement proches de la formation forestière que de la formation savanicole. Ces relevés sont caractérisés par la présence d'un grand nombre d'espèces de forêt mais de plus petite taille. Ce sont par exemple *Erythroxylum emarginatum*, *Holarrhena floribunda*, *Malacantha alnifolia*, *Dalbergia hostilis*, *Olax subscorpioidea*, et *Turraea heteophylla*.

Distribution des espèces pionnières

L'analyse floristique des limites a permis de noter neuf espèces pionnières indicatrices de forêt qui peuplent les lisières. *Dalbergia hostilis* qui est commune aux trois types de limites, *Uvaria ovata* et *Olax subscorpioidea* qui sont communes aux limites à lianes (LL) et à *C. odorata* (LC), et *Mallotus oppositifolius* et *Holarrhena floribunda* qui sont communes aux limites nettes (LN) et à lianes (LL). *Turraea heterophylla*, et *Erythroxylum emarginatum* sont

caractéristiques des LL, *Allophylus africanus* des LC, et *Malacantha alnifolia* des LN.

Les aires de répartition de ces espèces montrent généralement une présence de celles-ci jusqu'à 45 m dans la forêt, mais en nombre restreint et sur une courte distance du côté de la savane pour les trois types de limites (Figure 5). Elles s'étendent sur une distance comprise entre 10 m dans la savane et 45 m dans la forêt pour les limites lianes (LL) (Figure 5a), entre 25 m en savane et 45 m en forêt pour les limites nettes (LN) et les limites à *C. odorata* (LC) (Figure 5b et 5c respectivement).

Implantation des espèces de forêt en savane

En plus des espèces pionnières sub-citées, certaines espèces de forêt comme *Dialium guineense*, *Cola gigantea*, *Erythroxylum emarginatum*, *Uvaria ovata*, *Lecaniodiscus cupanioides* et *Antiaris toxicaria*, qui occupent en majorité l'intérieur de la forêt ont été recensées en lisière et en savane. Le nombre de jeunes plants de ces espèces diminue lorsqu'on progresse de l'intérieur de la forêt vers la savane. Le nombre d'espèces de forêt retrouvé en savane est significativement plus important pour les LL (14 ± 1) que pour les LC (6 ± 1). Le nombre d'espèces ne varie pas entre les LL et les LN (8 ± 2) et entre les LN et les LC (Tableau 4).

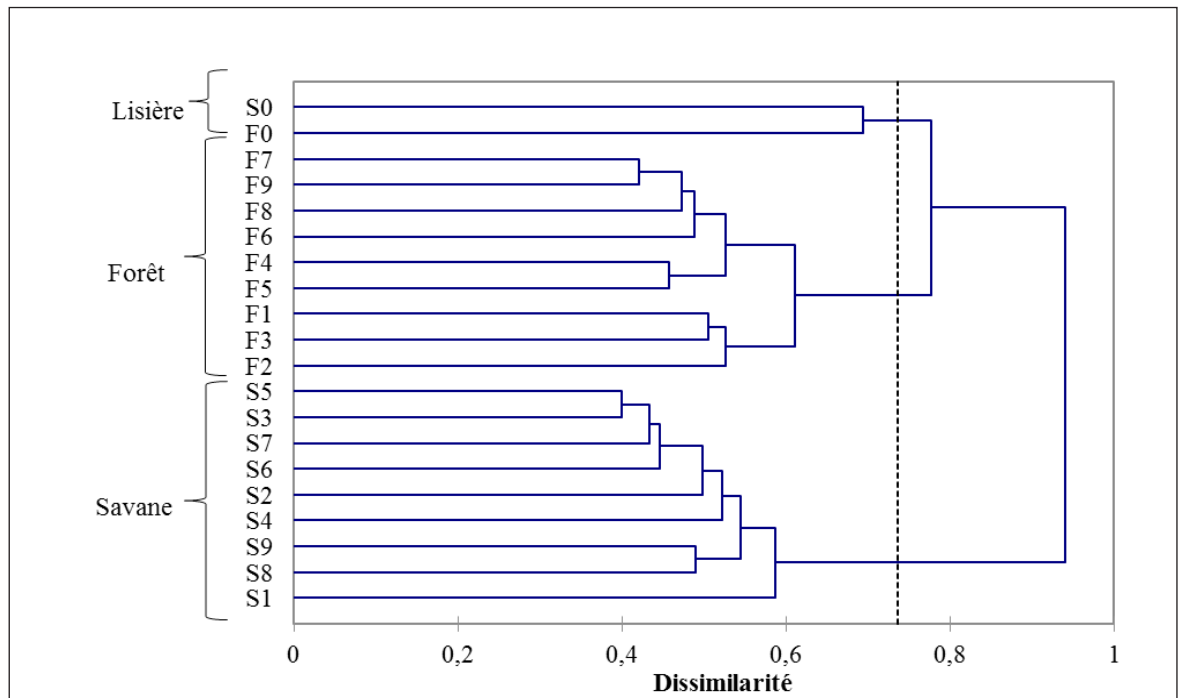


Figure 2 : Dendrogramme des relevés le long des transects forêt-savane. Les lettres indiquent la position du relevé le long du transect, de la lisière vers l'intérieur de la forêt (F0 à F9) ou de la savane (S0 à S9).

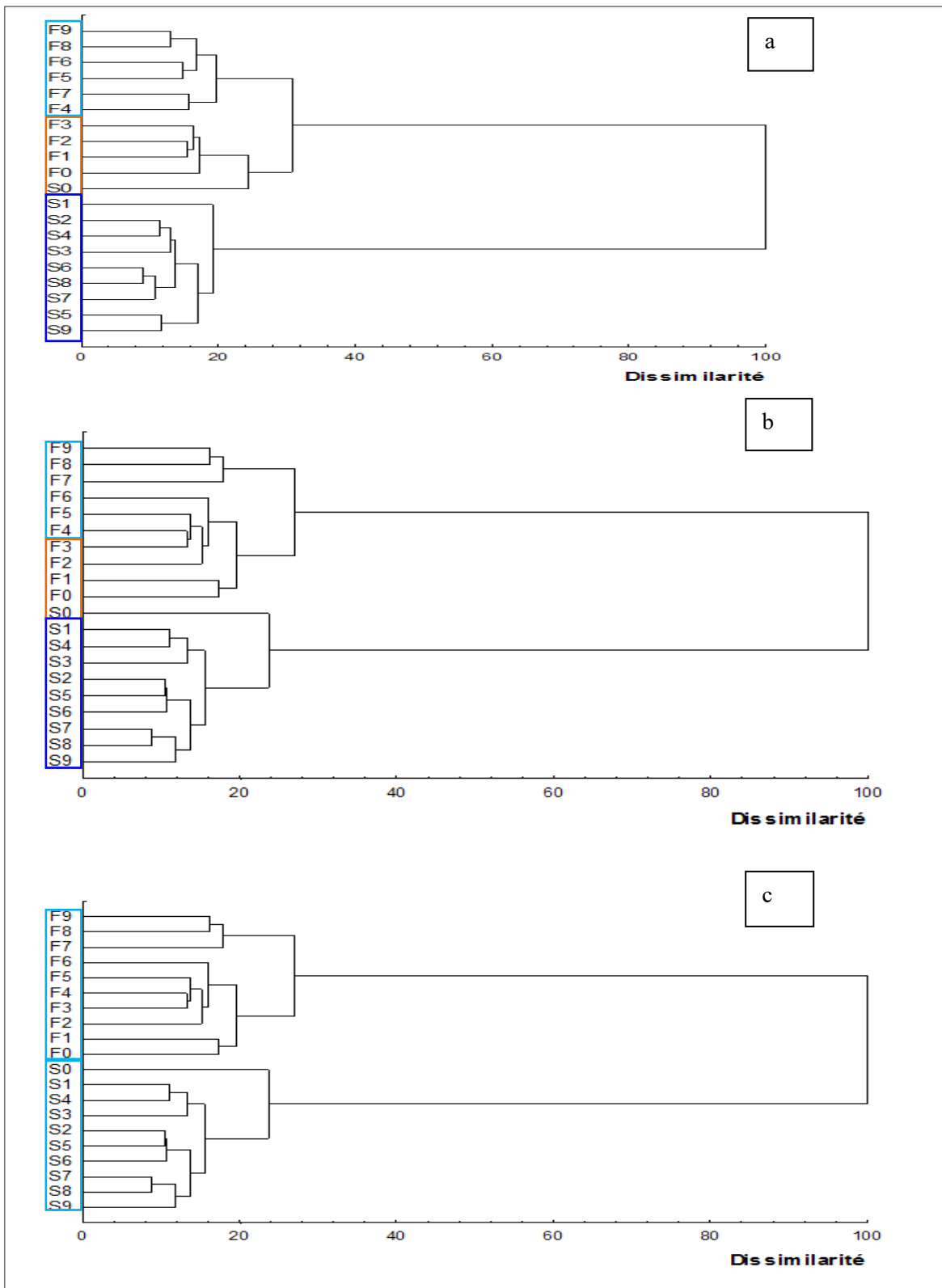


Figure 3 : Dendrogramme des relevés le long des transects forêt-savane des limites lianes (a), limites *C. odorata* (b), et limites nettes (c). Les lettres indiquent la position du relevé le long du transects, de la lisière vers l'intérieur de la forêt (F0 à F9) ou de la savane (S0 à S9).

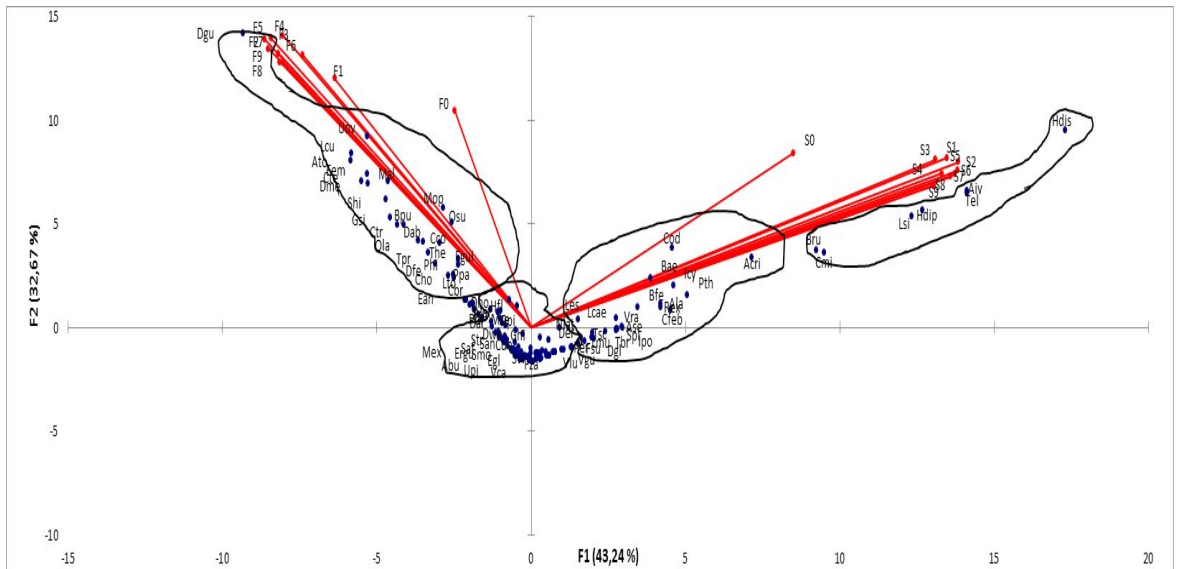


Figure 4 : Analyse en Composantes Principales affichant un regroupement des relevés en fonction des espèces le long du transect, de la lisière vers l'intérieur de la forêt (F0 à F9) ou de la savane (S0 à S9). Chaque espèce a été abrégée par trois lettres (la première pour le genre et les deux suivantes pour l'espèce). Abu : *Aspilia bussei*; Acri : *Authephora cristata* ; Aiv : *Andropogon ivorensis* ; Ase : *Annona senegalensis*; Ato : *Antiaris toxicaria* ; Bae : *Borassus aethiopum*; Bfe : *Bridelia ferruginea*; Bpu : *Baphia pubescens*; Bru : *Borreria ruelliae*; Cbr : *Celtis brownii*; Cco : *Cola cordifolia* ; Cfeb : *Crossopteryx febrifuga*; Cmi : *Cassia mimosoides*; Cod : *Chromolaena odorata*; Dar : *Dracaena arborea*; Der : *Dissotis erecta* ; Dfe : *Diospyros ferrea*; Dgl : *Dichrostachys glomerata*; Dgu : *Dialium guineense*; Dho : *Dalbergia hostilis*; Dme : *Diospyros mespiliformis*; Dwe : *Dalbergiella welwitschii*; Ean : *Entandrophragma angolense*; Eem : *Erythroxylum emarginatum* ; Egl : *Eriosema glomeratum*; Egu : *Elaeis guineensis*; Fza : *Fagara zanthoxyloides*; Ghi : *Geophila hirsuta*; Gmo : *Grewia mollis*; Hdip : *Hyparrhenia diplandra*; Hdis : *Hyperthelia dissoluta*; Hfl : *Holarrhena floribunda* ; Icy : *Imperata cylindrica*; Ipo : *Indigofera polysphaera* ; Lcae : *Leptochloa caerulea*; Lcu : *Lecaniodiscus cupanioides*; Lsi : *Loudetia simplex*; Lto : *Landolphia togolana*; Mal : *Malacantha alnifolia* ; Mex : *Milicia excelsa*; Mop : *Mallotus oppositifolius*; Nla : *Nauclea latifolia*; Ola : *Olyra latifolia*; Osu : *Olax subscorpioidea*; Per : *Pterocarpus erinaceus*; Ppa : *Psydrax parviflora*; Pth : *Ptilostigma thonningii*; Rex : *Rottboellia exaltata*; Shi : *Strophanthus hispidus* ; Str : *Sterculia tragacantha*; Tbr : *Tephrosia bracteolata*; Tel : *Tephrosia elegans*; The : *Turraea heterophylla*; Tpr : *Trichilia prieureana*; Tsc : *Terminalia schimperiana*; Upi : *Uvaria picta*; Vca : *Vigna campestris*; Vgu : *Vernonia guineensis*; Vlu : *Vigna luteola*; Vra : *Vigna racemosa*.

Tableau 4 : Espèces de forêt en savane et leurs répartitions phytogéographique pour les trois types de limites.

GC-SZ: Taxon de la zone de transition entre la région guinéo-congolaise et la région soudano-Zambézienne ; GC: Taxon de la région guinéo-congolaise ; et GCW: Taxon endémique du bloc forestier à l'Ouest du Togo, comprenant le Ghana, la Côte d'Ivoire, le Libéria, la Sierra Leone, la Guinée, la Guinée Bissau, la Gambie et la Sénégal.

Type de limites	Espèces de forêt en savane	Effectif	Phytochories
Limite à lianes	<i>Cola gigantea</i> A.Chev.	3	GC-SZ
	<i>Strophanthus hispidus</i> DC.	2	GC-SZ
	<i>Erythroxylum emarginatum</i> Thonn.	1	GC-SZ
	<i>Strophanthus sarmentosus</i> DC.	1	GC-SZ
	<i>Landolphia togolana</i> (Hallier f.) Pichon	1	GCW
	<i>Uvaria ovata</i> (Dunal) A. DC.	6	GCW
	<i>Dalbergia hostilis</i> Benth.	1	GC
	<i>Turraea heterophylla</i> Sm.	1	GCW
	<i>Holarrhena floribunda</i> (G. Don) Dur.	4	GC-SZ
	<i>Canthium horizontale</i> (Schumach. & Thonn.)	1	GC-SZ
	<i>Mallotus oppositifolius</i> (Geisel.) Müll.Arg.	14	GC-SZ
	<i>Albizia adianthifolia</i> (Schumach & Thonn.)	1	GC
	<i>Smilax anceps</i> Willd.	12	GC-SZ
<i>Paullinia pinnata</i> L.	8	GC-SZ	
Limite nette	<i>Dialium guineense</i> Willd.	1	GC
	<i>Lecaniodiscus cupanioides</i> Planch.	9	GC
	<i>Antiaris toxicaria</i> subsp. <i>africana</i> (Engl.) C.C	50	GC-SZ
	<i>Pouteria alnifolia</i> (Baker) Pierre	1	GC-SZ
	<i>Uvaria ovata</i> (Dunal) A.DC.	7	GCW
	<i>Albizia zygia</i> (DC.) J.F.Macbr.	2	GC-SZ
	<i>Mallotus oppositifolius</i> (Geisel.) Müll.Arg.	29	GC-SZ
<i>Holarrhena floribunda</i> (G.Don) Dur.	2	GC-SZ	
Limite à <i>C. odorata</i>	<i>Diospyros abyssinica</i> (Hiern) F.White	2	GC-SZ
	<i>Uvaria ovata</i> (Dunal) A.DC.	7	GCW
	<i>Olax subscorpioidea</i> Oliv.	2	GC-SZ
	<i>Dalbergia hostilis</i> Benth.	1	GC
	<i>Allophylus africanus</i> P. Beauv.	8	GC

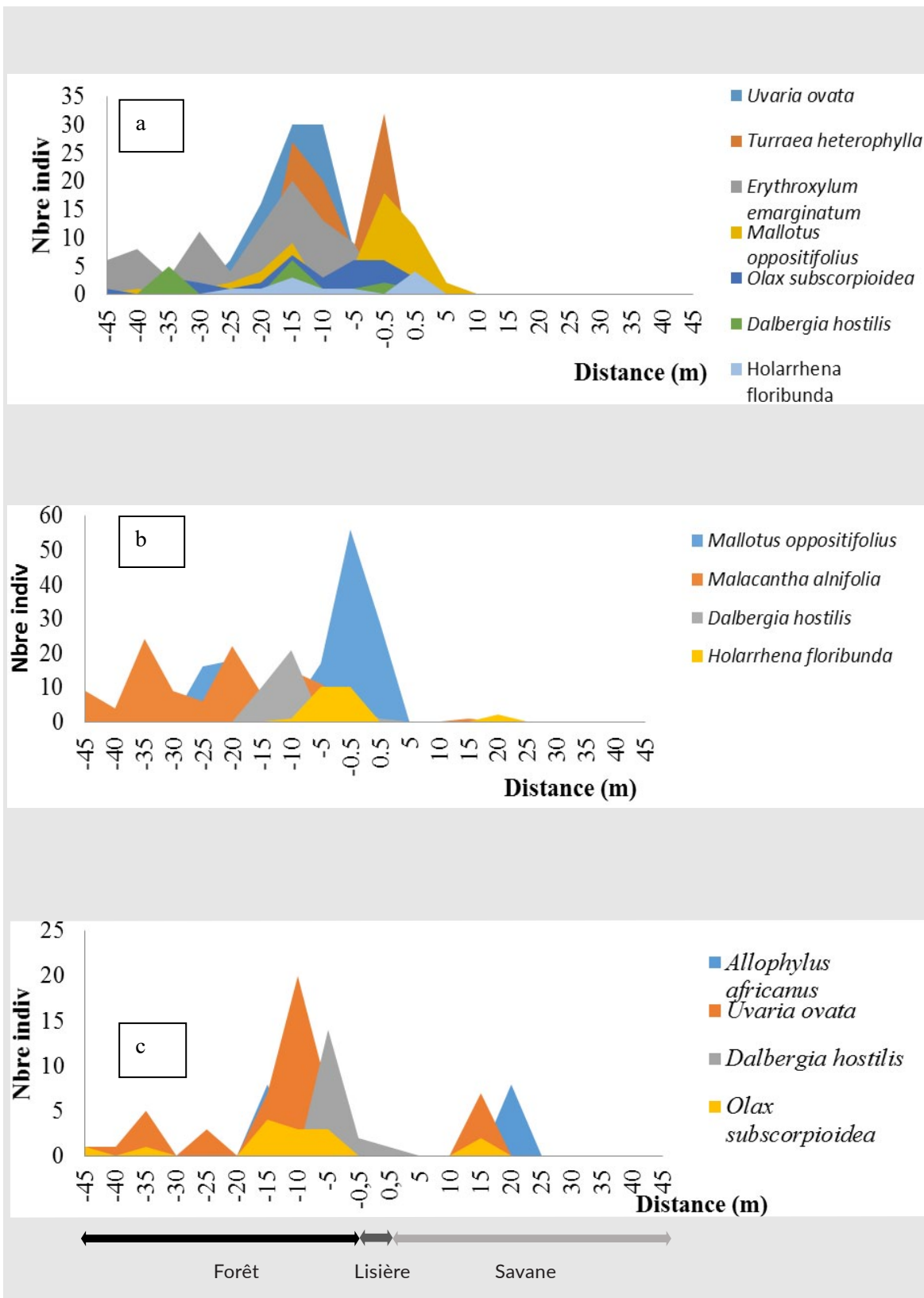


Figure 5 : Distribution de quelques espèces forestières (a) sur la limite liane, (b) limites nettes et (c) Limite *Chromolaena odorata*.

Discussion

L'importante richesse spécifique des sites d'étude (230 espèces) pourrait s'expliquer par le statut de protection intégrale dont bénéficie la réserve de Lamto. Nos résultats sont en accord avec ceux de Koulibaly (2008) qui a aussi observé une richesse spécifique élevée. La diversité spécifique des ligneux à la lisière plus élevée que celle de la savane pour les trois types de limites suggère que la végétation de la lisière regroupe des individus aux caractéristiques hétérogènes. La zone de lisière, doit sa plus grande diversité au fait qu'elle hérite non seulement des conditions écologiques des milieux qu'elle sépare mais aussi de celles qu'elle détient (Iyongo *et al.*, 2012). Ainsi, en plus de ses propres espèces héliophiles, elle comprend une partie des espèces des habitats adjacents. L'effectif élevé d'espèces à la lisière, indique les conditions favorables qu'elle offre pour l'implantation et le développement des espèces (Bararunyeretse *et al.*, 2012) surtout que le feu atteint rarement la lisière. La faible diversité observée en savane comparativement à la forêt et à la lisière, pour les trois types de limites, peut s'expliquer par le feu annuel qui constitue un facteur limitant à l'installation des espèces de forêt (Gignoux *et al.*, 2009 ; Bararunyeretse *et al.*, 2012).

Les familles les mieux représentées au niveau des limites sont les Fabaceae et les Rubiaceae. Ces deux familles constituent l'essentiel du sous-bois de la forêt du site d'étude (Koulibaly, 2008). Les Rubiaceae en particulier, sont communes aux forêts denses humides tropicales. Ce qui suggère que les limites de manière générale sont le lieu où les espèces de forêt se développent plus facilement. Nos résultats sont en accord avec ceux de Spichiger et Pamard (1973) qui ont également observé au niveau de la lisière entre la forêt et la savane à Lamto, des espèces de forêt telles que *Dalbergiella welwitschii*, *Dalbergia hostilis*, *Albizia adianthifolia* appartenant à la famille des Fabaceae. Les mêmes observations ont été faites dans le Parc national de Taï (Dibi *et al.*, 2008) et à Lamto (Koulibaly, 2008). Quant à la savane, elle reste dominée par les Poaceae. Le spectre biologique des espèces inventoriées a montré une dominance des microphanérophytes, comme l'ont également montré les travaux de Koulibaly (2008).

Les espèces recensées à la lisière de chaque type de limite, se présentent en majorité, sous forme de plantules d'espèces de forêt. Cela pourrait s'expliquer par le fait que les conditions à la lisière (forte humidité et luminosité) sont favorables à ces espèces de forêt comme l'ont suggéré Spichiger et Pamard (1973). La présence d'espèces comme *Holarrhena floribunda*, *Erythroxylum emarginatum* en lisière sous forme de plantules, serait la conséquence de la présence des adultes de ces espèces à l'intérieur de la forêt. Des espèces telles que *Mallotus oppositifolius*, *Allophyllus africanus*, *Dalbergia hostilis*, *Albizia adianthifolia*, *Paullinia pinnata*, *Albizia zygia*, *Turrea heterophylla* sont fréquemment rencontrées à la lisière, donnant à cette zone une physionomie de fourré car ces espèces sont en majorité des espèces pionnières indicatrices de forêt (N'Sielolo *et al.*, 2015). Cela, pourrait justifier l'évolution de la végétation savanicole en végétation forestière. En effet, la conquête de la forêt sur la savane, même parcourue par les feux, apparaît nettement par endroits à Lamto, en particulier sur les marges des formations forestières de plateau (Devineau, 1976).

Certaines de ces espèces précédemment citées sont retrouvées dans la savane, également sous forme de plantules. Cette distribution peut s'expliquer par le caractère héliophile de ces espèces qui préfèrent les zones ouvertes de savane (Gautier, 1989). Les plantules de ces espèces sont généralement ravagées par le feu (Gignoux *et al.*, 2009).

Quant aux espèces de savane, seulement des pieds de *Borassus aethiopum* adultes ont été recensés à l'intérieur de la forêt pour les trois types de limites. Ce qui suggère bien l'avancée de la forêt sur la savane. Cela confirme les travaux de Devineau (1976) qui souligne que la présence d'individus adultes d'espèces de savane telle que *Borassus aethiopum* dans la forêt témoigne du passé savanicole de cette partie de la forêt. Cela est d'autant plus vrai que quelques pieds de *Borassus aethiopum* morts naturellement ont été notés sur les sites de notre étude. Selon Devineau (1976), outre les Rôniers trouvés en forêt, cette évolution est accompagnée de la présence d'espèces forestières telle que

Allophylus africanus, *Anthocleita djalonenis*, *Lecaniodiscus cupanioides*, *Malacantha alnifolia*, *Erythroxylum emarginatum*, *Cnestis ferruginea*, *Olox subscorpioidea*, *Pseudospondias microcarpa*, *Mimusops kummel* et de jeunes *Dialium guineense* et *Cola gigantea* à la lisière.

Ces travaux ont montré que la progression de la forêt se fait par neuf espèces pionnières pour l'ensemble des trois types de limites. *Turraea heterophylla*, et *Erythroxylum emarginatum* sont caractéristiques des limites à lianes (LL), *Allophylus africanus* est caractéristique des limites à *C. odorata* (LC), et *Malacantha alnifolia* est caractéristique des limites nettes (LN). *Uvaria ovata* et *Olox subscorpioidea* sont caractéristiques à la fois des LL et des LC. Quant à *Mallotus oppositifolius* et *Holarrhena floribunda* elles sont caractéristiques à la fois des LN et des LL. Tandis que *Dalbergia hostilis* est commune aux trois types de limites ; Koulibaly (2008) a recensé dans son étude six espèces pionnières (*Trichilia prieureana*, *Erythroxylum emarginatum*, *Holarrhena floribunda*, *Allophylus africanus*, *Albizia zygia* et *Ficus sur*) au niveau des marges forêt-savane. Certes nous avons recensé des espèces pionnières déjà notées par Devineau (1976) et par Koulibaly (2008) mais plusieurs des espèces que nous avons recensées ne l'ont pas été par ces auteurs. L'augmentation du nombre d'espèce constatée au cours de cette étude pourrait s'expliquer, d'une part, par les perturbations naturelles (les trouées) qui fournissent un ensoleillement indispensable à la germination des graines de nouvelles espèces et, d'autre part, par la reconquête de la savane par la forêt semi-décidue, comme l'ont également suggéré Spichiger (1975), Youta *et al.* (2000) et Gautier (1994). En effet, plus de 50 ans après l'application du feu de mi-saison sèche à Lamto, une augmentation importante de la densité des ligneux a été observée (Dauget et Menaut, 1992). Cette évolution de la forêt sur la savane constatée dans le cadre de cette étude expliquerait l'augmentation de la densité des ligneux constatée.

La flore relevée sur le site est essentiellement composée d'espèces qu'on trouve aussi bien en forêt qu'en savane et d'espèces typiques de forêt. C'est-à-dire représentative des taxons de la zone de transition entre la région Guinéo-Congolaise et Soudano-Zambézienne, des taxons de la zone Guinéo-Congolaise. Cette répartition atteste effectivement que la

réserve scientifique de Lamto se situe dans la zone de contact forêt-savane. En effet, les études de Dibi *et al.* (2008) effectuées dans le Parc national de la Marahoué situé également en zone de contact forêt-savane a mis en évidence les taxons de ces régions.

Les trois types de limites sont des sites potentiels d'évolution de la forêt sur la savane, mais les limites à lianes (LL) semblent marquer cette évolution de la forêt sur la savane. En effet, celles-ci sont plus diversifiées que les limites nettes (LN) et les limites à *C. odorata* (LC). Le nombre d'espèces plus important recensé à la lisière des LL peut s'expliquer par les caractéristiques écologiques de ce type de limites qui favorisent l'installation de nombreuses espèces par la présence de lianes à la lisière. En effet, pour Khan (1982), les lianes assurent un couvert végétal dense en renforçant les feuillages des premiers arbustes du sous-bois et réalisent ainsi des conditions d'ombrage suffisant pour l'installation des essences sciaphiles forestières telles que *Dialium guineense*, *Dracaena arborea*, *Cryptosepalum tetraphyllum*, *Dalbergia hostilis*, *Uvaria avata*, et *Olox subscorpioidea* rencontrées dans le cadre de cette étude au niveau des LL. En plus, l'analyse de la classification hiérarchique ascendante montre que la composition floristique de la lisière est plus proche de celle de la forêt que de celle de la savane pour ce type de limite. Ainsi, les LL jouent un rôle important dans l'évolution de la forêt sur la savane. Les LL sont caractérisées par certaines pionnières comme *Erythroxylum emarginatum*, et *Turraea heterophylla*.

La faible diversité constatée au niveau de la lisière des LC peut s'expliquer par l'aspect envahissant de *C. odorata*, susceptible d'empêcher les autres espèces de s'installer (Dibi *et al.*, 2008). En effet selon Bararunyeretse *et al.* (2012), la lisière est une zone à forte prolifération d'espèces compétitives qui peut jouer un rôle de barrière à la régénération et au développement de la forêt. Ce qui expliquerait le faible nombre d'espèces forestières recensées au niveau des LC.

La dynamique de la végétation de ces différents types de limite en général et celle à liane en particulier semble expliquer pourquoi malgré les feux appliqués en zone de savane humide, la forêt avance sur la savane.

Conclusion

Ce travail a permis de comprendre la progression de la forêt sur la savane à travers l'analyse de la végétation des différents points de contact (limites) rencontrés dans la savane de Lamto. La richesse et la diversité floristique des trois principaux types de limites entre la forêt et la savane ont été analysées. Au total, 230 espèces réparties en 176 genres et 61 familles, ont été inventoriées. Les LL sont les plus diversifiées et présentent une lisière dont la composition

floristique est plus proche de la forêt que de la savane. La lisière de ce type de limite est également plus diversifiée et comporte plus d'espèces de forêt en savane, mais à l'état de plantules. Les LL caractérisées par les pionnières telles que *Erythroxylum emarginatum* et *Turraea heterophylla*, semblent corrélées à une dynamique d'avancée de la forêt sur la savane alors que les autres limites semblent beaucoup plus stables.

Remerciements

Nous remercions Dr. YÉO Kolo, Directeur de la station de Lamto pour avoir fourni le cadre pour notre étude. Nos remerciements vont

également à l'endroit DEMEBÉLÉ Aboubacar, YOUAN BI Narcisse et KOUASSI Apollinaire pour leur assistance sur le terrain.

Références Bibliographiques

Aké-Assi L. 1984. Flore de la Côte d'Ivoire : étude descriptive et biogéographie avec quelques notes ethnobotaniques. Université, Abidjan (Côte-d'Ivoire), 1206p.

APG III. 2009. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161: 105-121.

Bararunyeretse P, Jan B, Nzigidahera B, Tatién M, Habonimana B. 2012. Dynamique forestière sous l'effet de lisière au Parc National de la Kibira (Burundi). *Bulletin Scientifique de l'Institut National pour l'Environnement et la Conservation de la Nature*, 10: 25-34.

Case MF, Staver CA. 2017. Fire prevents woody encroachment only at higher-than-historical frequencies in a South African savanna. *Journal of Applied Ecology*, 54: 955-962.

Dauget JM, Menaut JC. 1992. Évolution sur 20 ans d'une parcelle de savane boisée non protégée du feu dans la réserve de Lamto (Côte d'Ivoire). *Candollea*, 47: 621-630.

Devineau JL. 1976. Principales caractéristiques physiologiques et floristiques des formations forestières de Lamto (moyenne Côte d'Ivoire). *Annales de l'Université d'Abidjan*, série E9: 274-303.

Dibi HN, Adou YCY, N'Guessan KE, Koné M, Sagné YC. 2008. Analyse de la diversité floristique du parc national de la Marahoué, Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Afrique Science*, 04 (3): 552 – 579.

Durigan G, Ratter JA. 2016. The need for a consistent fire policy for Cerrado conservation. *Journal of Applied Ecology*, 53: 11-15.

Gautier L. 1989. Contact forêt-savane en Côte d'Ivoire centrale : évolution de la surface forestière de la réserve de Lamto (sud du V-Baoulé), Bulletin de la Société Botanique de France. *Actualités Botaniques*, 136 (3-4) : 85-92.

Gautier L. 1994. Emprise des brousses à *Chromolaena odorata* sur le fond du V-Baoulé (Côte-d'Ivoire centrale). *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, 36 (1): 75-85.

- Gignoux JG, Lahoreau, RJ, Barot S. 2009. Establishment and early persistence of tree seedlings in an annually burned savanna. *Journal of Ecology*, 97: 484-495.
- Gray EF, Bond WJ. 2013. Will woody plant encroachment impact the visitor experience and economy of conservation areas? *Koedoe*, 55 (1): 1-9.
- Higgins SI, Bond WJ, Trollope WSW (2000) Fire, resprouting and variability: a recipe for grass-tree coexistence in savanna. *Journal of Ecology*, 88: 213-229.
- Hétier JM, López R. 2005. Tierras llaneras de Venezuela. Venezolana, Mérida, Venezuela, 645p.
- Iyongo WML, Marjolein V, De Cannière C, Verheyen E, Dudu AB, Ulyel AP, Bogaert J. 2012. Anthropisation et effets de lisière: impacts sur la diversité des rongeurs dans la Réserve Forestière de Masako (Kisangani, R.D. Congo). *Tropical Conservation Science*, 5 (3): 270-283.
- Kahn F. 1982. La reconstitution de la forêt dense tropicale humide : sud-ouest de la Côte-d'Ivoire. Mém. ORSTOM, 97, Paris, 150p.
- Kent M, Cocker P. 1992. Vegetation description and analysis: a practical Approach. Belhaven press, London, 363p.
- Koulibaly AV. 2008. Caractéristiques de la végétation et dynamique de la régénération, sous l'influence de l'utilisation des terres, dans des mosaïques forêts-savanes, des régions de la réserve de Lamto et du parc national de la Comoé, en Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat de l'Université- Abidjan, Côte d'Ivoire, 138p.
- Lahoreau G. 2005. Survie des jeunes arbres en savane: impacts du feu et de l'hétérogénéité environnementale. Thèse de doctorat de l'Université Paris VI, France, 300p.
- Lebrun JP, Stork LA. 1991. Énumération des plantes à fleurs d'Afrique Tropical : Généralités et Annonaceae à Pandaceae, vol I. Édition des Conservatoires et Jardin Botaniques, Genève, Suisse, 249p.
- LebrunJP,StorkLA.,1992.Énumérationdesplantes à fleurs d'Afrique Tropicale: Chrysobalanaceae à Apiaceae. Édition des Conservatoires et Jardin Botaniques, Genève, 235 p.
- Lebrun JP, Stork LA., 1995. Énumération des plantes à fleurs d'Afrique Tropicale: Monocotylédones. Édition des Conservatoires et Jardin Botaniques, Genève, 341 p.
- Lebrun JP, Stork LA. 1997. Énumération des plantes à fleurs d'Afrique tropicale. Volume IV, Gamopétales: Ericaceae à Lamiaceae. Édition des Conservatoires et Jardin Botanique de Genève, Switzerland, 712p.
- Legendre L, Legendre P. 1984. Écologie Numérique : La structure des données écologiques. Masson et Presses Universitaires du Québec, Paris. 330 p.
- Nsielolo KR, Lejoly J, Habari MJP, Aloni KJ. 2015. Effets de lisière et de litière dans des savanes mises en défend contre les feux à Ibi village / République Démocratique du Congo. *Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo*, 5: 54-61.
- Raunkiaer CC. 1934. The life forms of plants and statistical plant geography: being the collected papers of C. Raunkiaer. Clarendon press, Oxford, 104p.
- Schnell R. 1976. Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux. Gauthier-villars, Paris, 957p.
- Scholes RJ, Archer SR. 1997. Tree-grass interactions in savannas. *Annual Review of Ecology and Systematic*, 28: 517-544.
- Spichiger R, Pamard C. 1973. Recherches sur le contact forêt-savane en Côte d'Ivoire : Étude du recrû forestier sur des parcelles en lisières d'un îlot forestier dans le Sud du pays Baoulé. *Candollea*, 28: 21-37.
- Spichiger R. 1975. Contribution à l'étude du contact entre flores sèche et humide semi-décidues du V Baoulé et de son extension Nord-Ouest (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat de l'Université de Genève, Suisse, 261p.
- Van der Maarel E. 1976. On the establishment of plants community boundaries. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*, 89: 415-443.
- Vuattoux R. 1970. Observations sur l'évolution des strates arborée et arbustive dans la savane de Lamto (Côte-d'Ivoire). *Annale de l'université d'Abidjan*, série E3: 285-315.
- Youta HJ, Hotyat M, Bonvallot J. 2000. La colonisation des savanes par la forêt à l'est du Cameroun. In: Servant Michel (Ed.). Dynamique à long terme des écosystèmes forestiers intertropicaux: Symposium International, Paris (FRA). IRD ; UNESCO : 423-427.

DIVERSITÉ ET PRÉFÉRENCE ÉCOLOGIQUE DES PEUPELEMENTS DE VERS DE TERRE EN ZONE DE FORÊT TROPICALE HUMIDE DU MONT NIMBA (GUINÉE, AFRIQUE DE L'OUEST).

GUÉI AM^{1,2*}, ZRO BGF¹, N'DRI JK^{2,3}, SAMOURA A⁴, BAKAYOKO S¹, TONDOH EJ^{2,3,5}

RÉSUMÉ

Le versant guinéen du Mont Nimba représente une importante zone d'endémisme qui héberge plusieurs espèces de vers de terre peu étudiées. La présente étude réalisée en 2017, a pour objectif d'évaluer la diversité des vers de terre dans trois principaux faciès d'altitude et de déterminer l'influence des conditions édaphiques sur la préférence écologique de cette communauté. Pour ce faire, ces macroinvertébrés ont été échantillonnés suivant un gradient d'altitude, c'est-à-dire partant de la forêt (écosystème de référence situé entre 800 et 1000 m d'altitude) en passant par la transition forêt-savane (900 à 1200 m d'altitude) puis à la prairie d'altitude (1200 à 1600 m d'altitude). Le peuplement de l'ensemble de la zone d'étude est composé de 23 espèces regroupées en sept genres et deux familles. Dix autres espèces s'ajoutent à celles déjà connues dans cet écosystème. Le statut des vers de terre comme indicateurs de l'état des écosystèmes a été corroboré ; *Dichogaster candida* et *Dichogaster cornuta* ont une préférence pour la prairie Grand Rocher à sol fortement acide et poreux tandis que *Dichogaster saliens* et *Guineoscolex nimbai* s'associent aux sols forestiers fortement acides de la vallée Gba et Mont Génie. Cette étude sur le Mont Nimba a permis de mieux percevoir la distribution spatiale des espèces de vers de terre et d'identifier les préférences de certaines espèces rares ou endémiques pour des écosystèmes. Ceci permettra d'orienter les acteurs intervenant dans la protection de la biodiversité sur le Mont Nimba dans la création d'une zone refuge.

Mots clés : Ver de terre, Diversité, Préférence écologique, Mont Nimba, Guinée.

EARTHWORM DIVERSITY AND ECOLOGICAL PREFERENCE IN TROPICAL RAINFOREST OF MOUNT NIMBA (GUINEA, WEST AFRICA)

ABSTRACT

The Mount Nimba, Guinea represents an endemic area that hosts several little known earthworm species. This study conducted in 2017, aimed to evaluate earthworm species diversity in three main habitat types of Mount Nimba and to determine the influence of edaphic conditions on the ecological preference of this community. To do this, these macroinvertebrates were sampled according to an altitude gradient starting from the forest (baseline ecosystem located between 800 and 1000 m above sea level) through the forest-savanna transition (900 to 1200 m above sea level) then to the upland meadow (1200 to 1600 m above sea level). A total of 23 earthworm species were recorded in the study sites divided into seven genera and two families. Ten other species are added to those recorded in this ecosystem. The status of earthworms as indicators of the state of ecosystems has been corroborated: *Dichogaster candida* and *Dichogaster cornuta* showed preferences to the upland meadow Grand Rocher or strongly acidic and porous soils while *Dichogaster saliens* and *Guineoscolex nimbai* associated to the highly acidic soils of the Gba valley and Mont Génie forests. This study on Mount Nimba has made it possible to better perceive the spatial distribution of earthworm species and to identify the preferences of certain rare or endemic species for ecosystems. This will guide the actors involved in the protection of biodiversity on Mount Nimba in the creation of a refuge zone.

Key words : Earthworm, Species diversity, Ecological preference, Mount Nimba, Guinea

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

² Centre de Recherche en Ecologie, 08 BP 109 Abidjan 08, Côte d'Ivoire

³ Université Nangui Abrogoua / UFR des Sciences de la Nature, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

⁴ Centre de Gestion de l'Environnement des Monts Nimba-Simandou, BP 761 Conakry, Guinée

⁵ WASCAL Competence Center, 06 BP 9507 Ouagadougou 06, Burkina Faso

*Auteur de correspondance : gueiarnauthmartinez@yahoo.fr

Introduction

La diversité de la macrofaune des sols peut être utilisée à la fois comme outil de diagnostic de leur fertilité et comme ressource pour améliorer le fonctionnement du sol (Lavelle *et al.*, 2006). De nombreuses espèces ou groupes taxonomiques d'invertébrés sont bénéfiques pour les sols. Les vers de terre comme « ingénieurs » du sol fournissent des services écosystémiques tels que la décomposition des matières organiques, le recyclage des nutriments, la décontamination des sols en métaux lourds et le maintien des propriétés physiques du sol favorables aux plantes (Swati et Hait, 2017). Ils présentent une diversité de réponses à travers la diversité d'habitats et de régimes alimentaires (Bouché, 1972). Cependant, cette biodiversité estimée à plus de 7000 espèces avec une majorité vivant sous les tropiques, reste méconnue et peu étudiée malgré leur importance écologique. Seulement environ 3 600 espèces de vers de terre ont été recensées dans le monde, auxquelles s'ajoutaient plus de soixante nouvelles espèces chaque année (Lavelle *et al.*, 1998).

Le versant guinéen du Mont Nimba qui constitue 45 % de toute la chaîne de ce massif, représente une importante zone d'endémisme (Lamotte et Roy, 2003). Il héberge plusieurs espèces de vers de terre encore inconnues (Omodeo, 1958 ; Somon, 1995). En 2008, dans le cadre d'une étude d'impact environnemental et social, un inventaire préliminaire des peuplements de vers de terre a été réalisé sur ce versant. Cet inventaire a permis d'échantillonner 14 espèces de vers de terre dont neuf rares et trois nouvelles pour la science (Csuzdi *et al.*, 2009). Au regard de ces résultats importants, il apparaît alors nécessaire de réaliser un inventaire complémentaire à celui effectué

en 2008 afin de suivre la biodiversité des vers de terre dans les principaux faciès écologiques de la réserve du Mont Nimba.

Dans le contexte actuel de pressions croissantes sur les habitats naturels dues aux activités humaines (agriculture, exploitation minière, urbanisation, déforestation etc.), de nombreuses espèces liées à des microhabitats spécifiques pourraient s'éteindre ou devenir des espèces en danger critique avant même que leur existence ne soit connue. En conséquence il y a un besoin pressant d'inclure les vers de terre dans les campagnes d'inventaires fauniques en particulier quand celles-ci sont faites en prélude à une activité humaine pouvant impacter considérablement le milieu naturel. En effet, suivant les aptitudes fonctionnelles propres à chaque espèce, les vers de terre sont d'excellents bioindicateurs de l'état de santé des écosystèmes dans lesquels ils vivent car sensibles aux microclimats édaphiques, à la compaction du sol, à la quantité de matières organiques et au régime hydrique (Ruiz *et al.*, 2011 ; Guéi et Tondoh, 2012).

Cet inventaire biologique des vers de terre a été réalisé dans le cadre d'une étude d'impact environnemental et social, dans la portion non classée (périmètre minier) de la chaîne guinéenne réservée à l'exploitation d'un gisement de minerai de fer. Il vise à évaluer la diversité des vers de terre dans trois principaux habitats d'altitude du Site du Patrimoine Mondial (SPM) et de la portion de la chaîne guinéenne réservée à l'exploitation minière. L'objectif étant de (i) déterminer l'influence des conditions édaphiques sur la préférence écologique des espèces de vers de terre, (ii) identifier les écosystèmes refuges pour la préservation de ces organismes.

Matériel et Méthodes

Sites d'étude

Le Mont Nimba est situé dans le domaine de la forêt dense à la limite de trois pays que sont la Côte d'Ivoire, Libéria et la Guinée (Lamotte et Roy, 2003). Dans la cadre de notre étude, le versant guinéen a fait l'objet d'échantillonnage des vers de terre. Les trois types de faciès d'altitude les plus répandus ont été caractérisés dans 12 écosystèmes, à savoir la forêt (4 écosystèmes), la transition forêt-prairie (4 écosystèmes) et la prairie d'altitude (4 écosystèmes). Ces 12 écosystèmes sont équitablement répartis respectivement entre les deux sites d'étude (patrimoine mondial et périmètre minier) à raison de deux forêts, deux écosystèmes de transitions et deux prairies (Figure 1 et Tableau 1). Les forêts d'altitude sont caractérisées par la présence d'essences ligneuses telles que *Cola gigantea* A. Chev. (Malvaceae), *Funtumia elastica* Preuss. (Apocynaceae), *Triplochiton scleroxylon* K. Schum. (Malvaceae), *Piptadeniastrum africana* Hook. (Fabaceae), *Turreanthus africanus* Avodire (Meliaceae), *Parkia bicolor* A. Chev.

(Fabaceae). Les zones de transition forêt-savane sont dominées par *Bridelia ferruginea* Benth. (Euphorbiaceae), *Margaritaria discoidea* (Baill.) Webster (Phyllanthaceae), *Syzygium guineense* (Willd.) DC. (Myrtaceae) dans la strate arbustive et *Loudetia kagerensis* Hubb., *Andropogon macrophyllus* Stapf., *Hyparrhenia diplandra* (Hack.) Stapf. (Poaceae) pour la strate herbacée. Quant à la strate herbacée des prairies d'altitude, elle est dominée par *Loudetia kagerensis* qui est une herbacée de taille modeste (Lamotte et Roy, 2003).

Sur le site du patrimoine, les sols sont de texture sablo-limoneuse (forêt) à sableuse (transition et prairie). Ils sont acides (pH de 4,99 à 5,69). La densité apparente du sol varie entre 0,74 et 1,44 g/cm³ et le taux de matière organique entre 0,42 et 0,85 % (Tableau 2). Dans le périmètre minier, la texture varie également dans le même sens que sur de le site du patrimoine, avec un sol un peu plus acide (pH de 3,85 à 5,67). Alors que la densité apparente varie entre 0,65 et 1,48 g/cm³ et le taux de matière organique entre 0,6 et 0,85 % (Diallo, 2017).

Tableau 1 : Différents sites et points d'échantillonnage des vers de terre

Sites	Faciès	Dénomination des faciès	Transects	Latitude Nord (° min s)	Longitude Ouest (° min s)	Altitude (m)
Site du patrimoine mondial	Forêt	Forêt Leclerc	T1	07°40'11.5"	08°24'57.7"	889
		Forêt vallée Gba	T2	07°40'48.8"	08°22'24.6"	1161
	Transition	Transition Leclerc	T3	07°40'07.4"	08°25'01.6"	917
		Transition colline Zougoué	T4	07°40'47.5"	08°23'31.0"	1077
	Prairie	Prairie Leclerc	T5	07°39'59.2"	08°24'52.7"	1121
		Prairie Grand Rocher	T6	07°39'22.7"	08°22'47.3"	1685
Périmètre minier	Forêt	Forêt vallée Zié	T7	07°40'26.8"	08°22'20.8"	1235
		Forêt Mont Génie	T8	07°40'48.9"	08°22'24.3"	1181
	Transition	Transition Château 1	T9	07°40'39.6"	08°22'41.0"	1181
		Transition Château 2	T10	07°40'42.7"	08°22'55.7"	1115
	Prairie	Prairie Pierre Richaud	T11	07°40'46.0"	08°21'41.1"	1542
		Prairie Sempéré	T12	07°40'01.5"	08°22'49.7"	1578

Tableau 2 : Propriétés physico-chimiques des horizons A des sols des différents faciès d'étude (Diallo, 2017).

F.Lecl : Forêt Leclerc ; F.Gba : Forêt vallée Gba ; T.Lecl : Transition Leclerc ; T.Zou : Transition colline Zougoué ; P.Lecl : Prairie Leclerc ; P.Gro : Prairie Grand Rocher ; F.Zié : Forêt vallée Zié ; F.Gén : Forêt Mont Génie ; T.C1 : Transition Château 1 ; T.C2 : Transition Château 2 ; P.Ri : Prairie Piérré Richaud ; P.Se : Prairie Sempéré ; Da : Densité apparente du sol ; MO : Matière organique ; Br : Brun ; Brcl : Brun à brun-clair ; Sabl : Sableux ; S.l : Sablo-limoneux.

Paramètres physico-chimiques des sols	Site du patrimoine mondial						Périmètre minier					
	Forêts		Transitions		Prairies		Forêts		Transitions		Prairies	
	F.Lecl	F.Gba	T.Lecl	T.Zou	P.Lecl	P.GRo	F.Zié	F.Gén	T.C1	T.C2	P.Ri	P.Se
Couleur du sol	Br	Brcl	Brcl	Br	Br	Br	Brcl	Brcl	Brcl	Br	Br	Br
Texture	S.l	S.l	Sabl	Sabl	Sabl	Sabl	S.l	S.l	Sabl	Sabl	Sabl	Sabl
pH	4,99	5,31	5,56	5,46	5,69	5,44	5,58	5,21	5,52	5,58	5,67	3,85
Da (g.cm ⁻³)	0,85	1,14	0,78	0,79	1,02	0,74	0,83	0,65	1,27	0,83	1,29	1,48
MO (%)	0,78	0,81	0,81	0,85	0,81	0,42	0,85	0,81	0,6	0,85	0,78	0,85

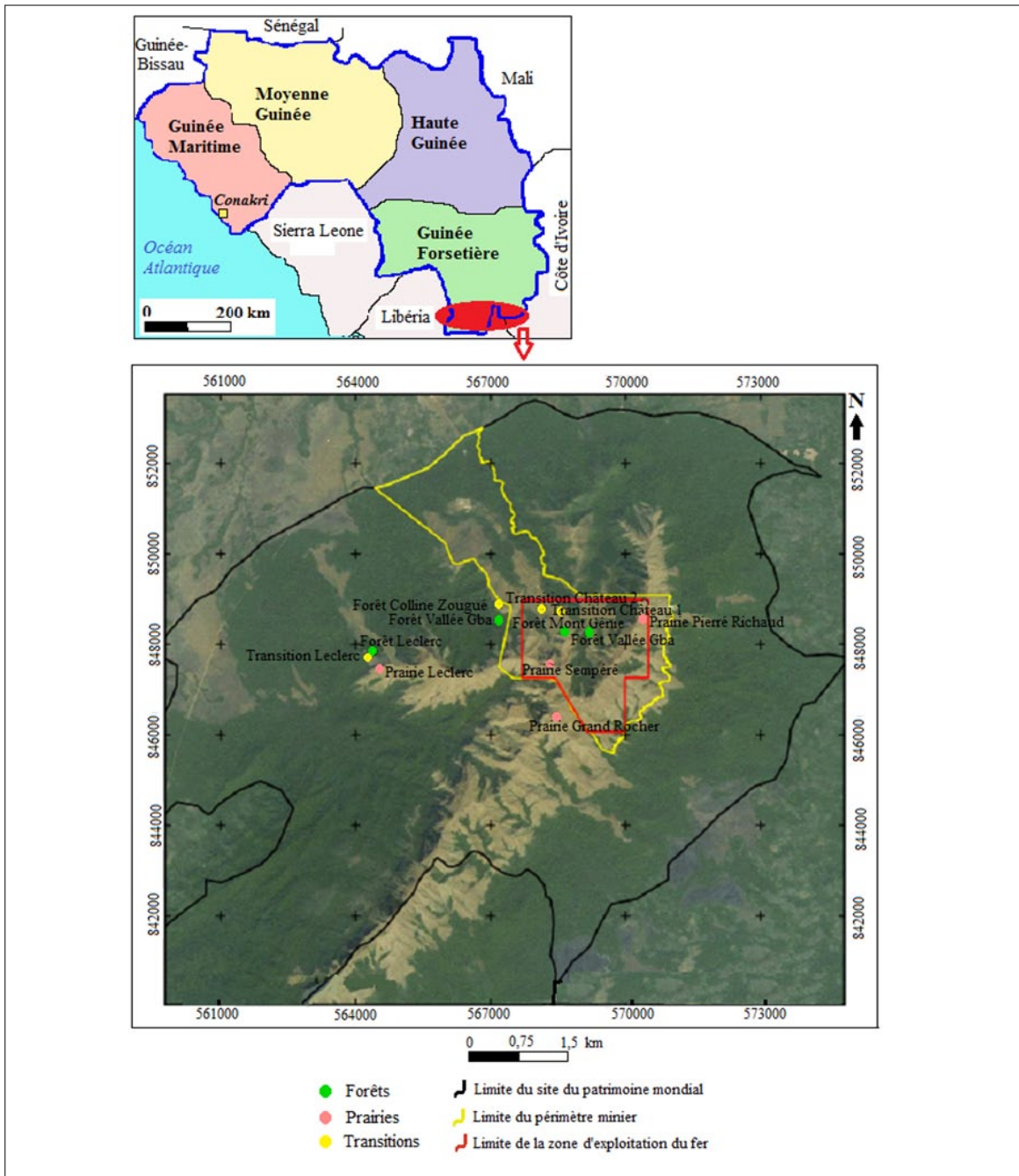


Figure 1 : Carte de localisation de la zone d'étude et des sites échantillonnés dans les différents faciès de la végétation

Echantillonnage des vers de terre

Les vers de terre ont été échantillonnés dans chaque site suivant un gradient d'altitude, c'est-à-dire partant de la forêt (écosystème de référence situé entre 800 et 1000 m d'altitude) en passant par la transition forêt-savane (900 à 1200 m d'altitude) puis à la prairie d'altitude (1200 à 1600 m d'altitude). Un transect de 20 m de long a été échantillonné dans chaque faciès. Cette méthode d'estimation rapide de la diversité a consisté à prélever à 10 m de l'origine du

transect, trois larges monolithes (50 x 50 x 20 cm) espacés de 5 m (Guéi et Tondoh, 2012 ; Tondoh *et al.*, 2015). Les vers de terre ont été extraits par la méthode de tri manuel direct selon les strates 0 - 10 et 10 - 20 cm. Les spécimens récoltés sont conservés dans des piluliers contenant du formaldéhyde dilué à 4 % puis identifiés ultérieurement à la station à la station d'écologie de Lamto (Côte d'Ivoire). L'identification a été réalisée à l'aide des clés établies par Omodeo (1958) et Csuzdi *et al.* (2009). Les individus identifiés ont été ensuite comptés par espèce.

Analyses des données et traitements statistiques

Le test non paramétrique de Kruskal-Wallis a été utilisé pour comparer l'abondance et la diversité des vers de terre des différents faciès à l'échelle intra-site. Ensuite, le test de comparaison deux à deux de Mann-Whitney a été réalisé au seuil de 5% lorsqu'une différence est établie. Ces différents tests ont été réalisés à l'aide du logiciel Statistica 7.0. (Statsoft, Tulsa, USA).

Par ailleurs, une classification hiérarchique a été réalisée sur la base des paramètres physico-chimiques des sols à l'aide du logiciel ADE-4 (Thioulouse *et al.*, 1997) disponible sur <http://pbil.univ-lyon1.fr/ADE-4/>. Le dendrogramme obtenu par la méthode de Ward basée sur la distance euclidienne a permis de définir

des typologies ou des groupes de faciès. Nous procédons ensuite à la partition du dendrogramme puis arrêtons de partitionner lorsque la typologie obtenue offre une meilleure interprétation des résultats et que ce niveau de division représente le seuil de partition à partir duquel les valeurs indicatrices des espèces commencent à diminuer considérablement. En effet, les espèces de vers de terre caractéristiques de chaque groupe sont identifiées et leurs valeurs indicatrices calculées par la méthode IndVal. Les espèces retenues comme indicatrices sont celles dont la préférence pour ces milieux est significativement plus élevée que ne le laisse supposer une distribution aléatoire (test t de Student) et celles dont la valeur indicatrice est au moins égale à 25% (Dufrêne et Legendre, 1997).

Résultats

Composition spécifique des peuplements de vers de terre

Au total, 23 espèces de vers de terre regroupées en sept genres (*Dichogaster*, *Guineoscolex*, *Millsonia*, *Pickfordia*, *Sthulmannia* et deux genres non déterminés) ont été inventoriés sur l'ensemble de la zone d'étude. Quatre espèces sont indéterminées (*Dichogaster* sp.1, *Dichogaster* sp.2, *Guineoscolex* sp. et une Morphoespèce) et deux espèces de vers de terre nouvellement rencontrées à savoir *Dichogaster mamillata* (Csuzdi et Tondoh, 2007) et *Dichogaster eburnea* (Csuzdi et Tondoh, 2007) (Tableau 3). Les peuplements échantillonnés sur le site du patrimoine mondial et le périmètre minier sont constitués respectivement de 18 et 17 espèces appartenant à deux familles (Acanthodrilidae et Eudrilidae), avec la prédominance de sept espèces dont *Dichogaster saliens* (Beddard, 1893), *Dichogaster candida* (Omodeo, 1958), *Dichogaster cornuta* (Csuzdi *et al.*, 2009), *Dichogaster baeri* (Schiacchitano, 1952), *Dichogaster* sp1., *Guineoscolex mamillatus* (Csuzdi *et al.*, 2009) et *Pickfordia magnisetosa* (Omodeo, 1958) de la famille des Acanthodrilidae.

Le peuplement des vers de terre du site du patrimoine mondial est composé de quatre genres (*Dichogaster*, *Guineoscolex*, *Pickfordia* et *Sthulmannia*) et un genre non identifié de la famille des Pareudrilidae. Les forêts (10 espèces) hébergent plus d'espèces tandis que les prairies d'altitude (7 espèces) sont moins riches. Quatre espèces sont uniquement observées sur le site du patrimoine mondial (Tableau 3). Il s'agit des espèces *Dichogaster mamillata* et *Dichogaster* sp. 2 en forêt, et *D. eburnea* et *Guineoscolex* sp. en prairie. Les Pareudrilidae sont échantillonnés en forêts et dans les transitions forêt-prairie.

La communauté des vers de terre du périmètre minier est composée de cinq genres dont *Dichogaster*, *Guineoscolex*, *Millsonia*, *Pickfordia* et *Sthulmannia* et deux genres indéterminés appartenant aux Pareudrilidae et morphoespèce. Les écosystèmes forestiers (10 espèces) hébergent la plus grande richesse spécifique alors que les transitions (6 espèces) enregistrent la plus faible. Relativement au Site du Patrimoine Mondial, 3 espèces dont *Dichogaster terraenigrae* (Omodeo et Vaillaud, 1967), *Dichogaster* sp.1 et une morphoespèce ont été exclusivement observées dans les écosystèmes forestiers du périmètre minier. Les Pareudrilidae sont observés en forêt et dans la prairie d'altitude.

Tableau 3 : Présence / Absence des espèces de vers de terre par faciès (+ : présence).

SPM : Site du Patrimoine Mondial, PM : Périmètre Minier, P.alt : Prairie d'altitude, F.Sé : Forêt de Sérenghara, S.pi : Savane de piedmont, Tran : Transition

Familles	Espèces		Monts Nimba - Csuzdi et al., 2009			SPM -2017			PM - 2017			Statut / Distribution
			P.alt	F.Sé	S.pi	Forêt	Tran	Prairie	Forêt	Tran	Prairie	
Acanthodrilidae	Dichogaster	<i>singula</i>	+	+	+							Rare / endémique aux monts Nimba
		<i>penigera</i>	+	+								Rare / endémique aux monts Nimba
		<i>mamillata</i>				+						Nouvelle espèce
		<i>notabilis</i>	+						+	+		Rare / endémique aux monts Nimba
		<i>eburnea</i>							+			Nouvelle espèce
		<i>leroyi</i>	+	+	+	+	+	+	+			Rare / endémique aux monts Nimba
		<i>candida</i>	+		+		+	+		+	+	Rare / endémique aux monts Nimba
		<i>cornuta</i>	+	+	+			+		+	+	Nouvelle espèce
		<i>baeri</i>								+	+	Guinée septentrionale
		<i>saliens</i>				+	+	+	+	+		Guinée septentrionale
		<i>terraenigrae</i>								+		Guinée septentrionale
		<i>sp1.</i>					+			+		-
		<i>sp2</i>				+						
Acanthodrilidae	Guineoscolex	<i>nimbai</i>	+	+		+			+		+	Rare / endémique aux monts Nimba
		<i>coronatus</i>	+		+				+			Rare / endémique aux monts Nimba
		<i>mamillatus</i>	+	+		+			+			Rare / endémique aux monts Nimba
		<i>geminatus</i>	+	+			+				+	Nouvelle espèce
		<i>ungulatus</i>		+		+	+					Nouvelle espèce
		<i>inaequalis</i>				+					+	Rare / endémique aux monts Nimba
		<i>sp.</i>							+			-
Millsonia	<i>schlegeli</i>		+					+			Guinée septentrionale	
Pickfordia	<i>magnetosa</i>	+	+		+					+	Endémique aux monts Nimba	
	Morphoespèce							+			-	
Eudrilidae	Sthulmannia	<i>zielae</i>					+			+		Afrique occidentale
	Pareudrilidae			+		+	+		+		+	Afrique occidentale
Total espèces / faciès			11	11	5	10	8	7	10	6	8	

Diversité des peuplements de vers de terre

Sur le site du patrimoine mondial (Figures 2A, 2B et 2C) la richesse spécifique et cumulée, et l'indice de diversité de Shannon ne varient pas entre les trois faciès (Kruskal-Wallis, $p > 0,05$). Toutefois, une tendance à l'augmentation de ces paramètres de diversité est observée en forêt ; la richesse spécifique

et cumulée sont respectivement de $3,2 \pm 0,9$ et $7,3 \pm 1$ espèces, et l'indice de diversité de Shannon de $1,2 \pm 0,5$. Un pattern similaire est également observé sur le périmètre minier (Figure 2D, 2E et 2F) avec la forêt qui héberge un peuplement riche de $3,0 \pm 0,8$ espèces, $6,3 \pm 2,4$ espèces cumulées et un indice de Shannon de $1,3 \pm 0,3$.

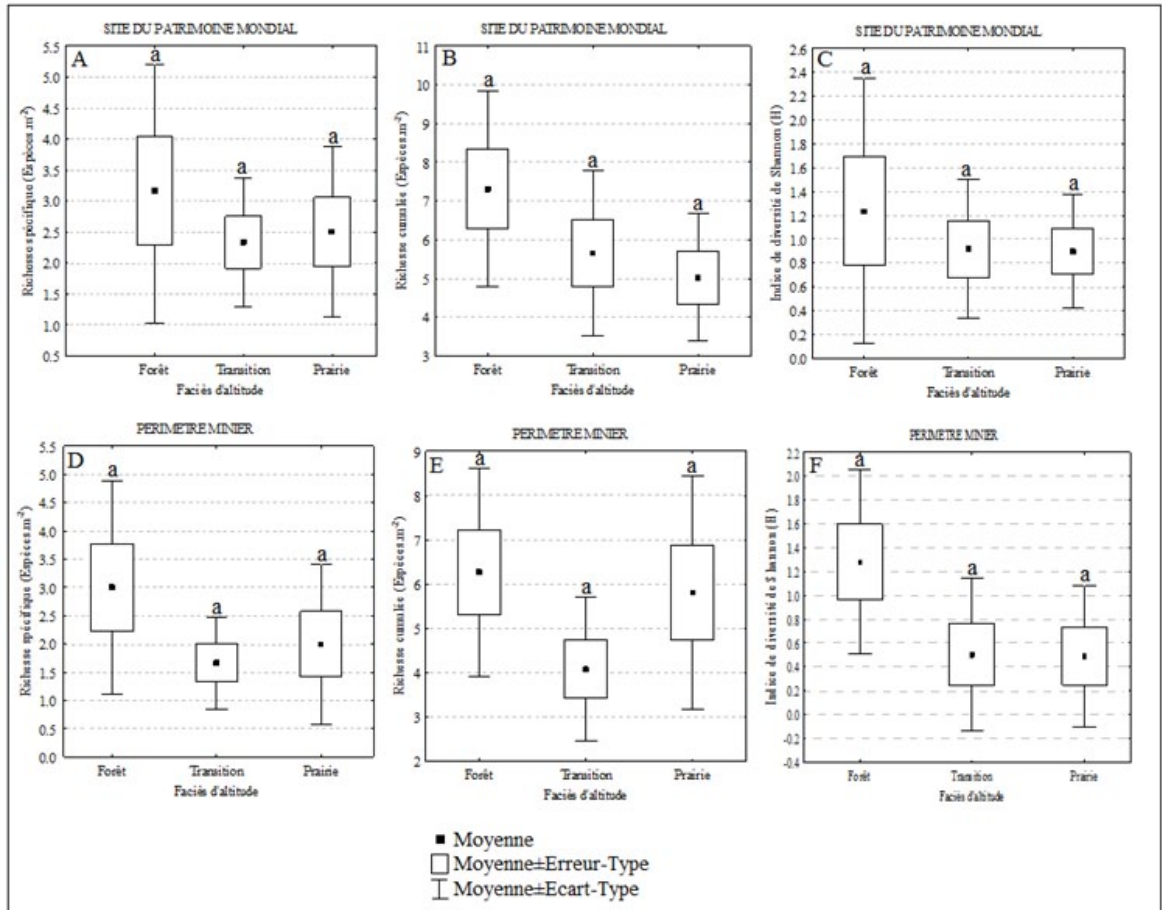


Figure 2 : Paramètres de diversité des peuplements de vers de terre suivant le gradient des faciès des sites d'étude. Les valeurs suivies de lettres identiques ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (test de Mann-Whitney)

Abondance des vers de terre

La densité des vers de terre varie de manière significative entre les trois faciès du site du patrimoine mondial (Kruskal-Wallis, $p = 0,009$). Elle varie de $25,33 \pm 3,68 \text{ ind.m}^{-2}$ en forêt à $112 \pm 43,07 \text{ ind.m}^{-2}$ dans la prairie d'altitude en passant par $64,67 \pm 32,26 \text{ ind.m}^{-2}$ dans la transition forêt-prairie (Figure 3). La comparaison deux à deux des densités entre la prairie d'altitude et la transition ne présente pas de différence significative (Mann-Whitney, $p > 0,05$). Par contre, les comparaisons entre la forêt et transition (Mann-Whitney, $p = 0,0104$), et la forêt et prairie (Mann-Whitney, $p = 0,01$) montrent que la densité est moins importante en forêt. L'espèce *Dichogaster candida* (74,4 %) domine le peuplement dans la prairie. Elle est suivie de *Dichogaster cornuta* (15,5 %). Dans l'écosystème de transition, *Dichogaster* sp. 1 (57,7 %) et une espèce de ver de la famille des Pareudrilidae (17,5 %) représentent l'essentiel de la densité des vers de terre. *Guineoscolex*

mamillatus (26,3%), *Pickfordia magnisetosa* (18,4 %), *Dichogaster saliens* (15,8 %), *Guineoscolex nimbai* Omodeo, 1958 (10,5 %) et *Dichogaster mamillata* (10,5 %) se partagent la densité globale en forêt (Tableau 4).

De même que sur le site du patrimoine mondial, la densité globale dans le périmètre minier augmente significativement (Kruskal-Wallis, $p = 0,039$) de la forêt ($23,33 \pm 7,11 \text{ ind.m}^{-2}$) à la prairie ($77,33 \pm 34,9 \text{ ind.m}^{-2}$) (Figure 4). Les comparaisons deux à deux des densités entre la forêt et transition, et la transition et la prairie ne montrent pas de différences significatives (Mann-Whitney, $p > 0,05$) tandis que la densité des vers de terre est plus importante dans la prairie qu'en forêt (Mann-Whitney, $p = 0,0163$). *Dichogaster candida* représente l'essentiel de la densité globale des vers dans la prairie, avec une proportion de 75 %. Alors que dans les écosystèmes forestiers, *Dichogaster notabilis* Omodeo, 1958 (34,2 %), *Dichogaster saliens* (20 %) et *Dichogaster terreanigræ* (17,2 %) dominent de loin la densité du peuplement (Tableau 4).

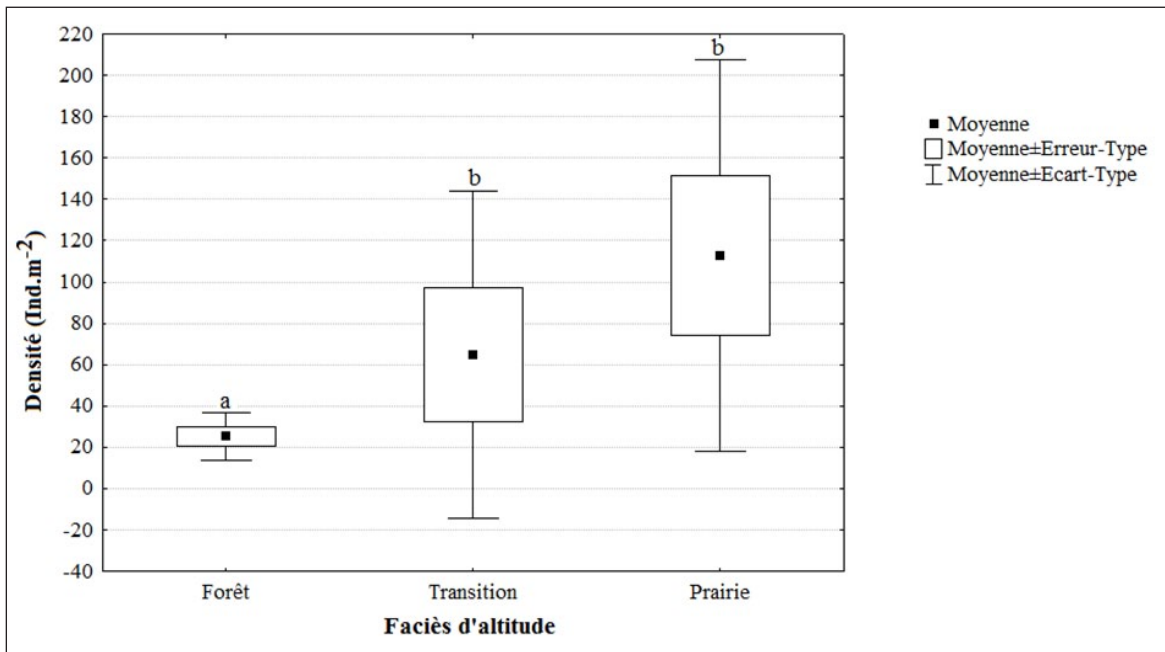


Figure 3 : Variation de la densité globale des vers de terre suivant le gradient des faciès du site du patrimoine mondial. Les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 % (test de Mann-Whitney).

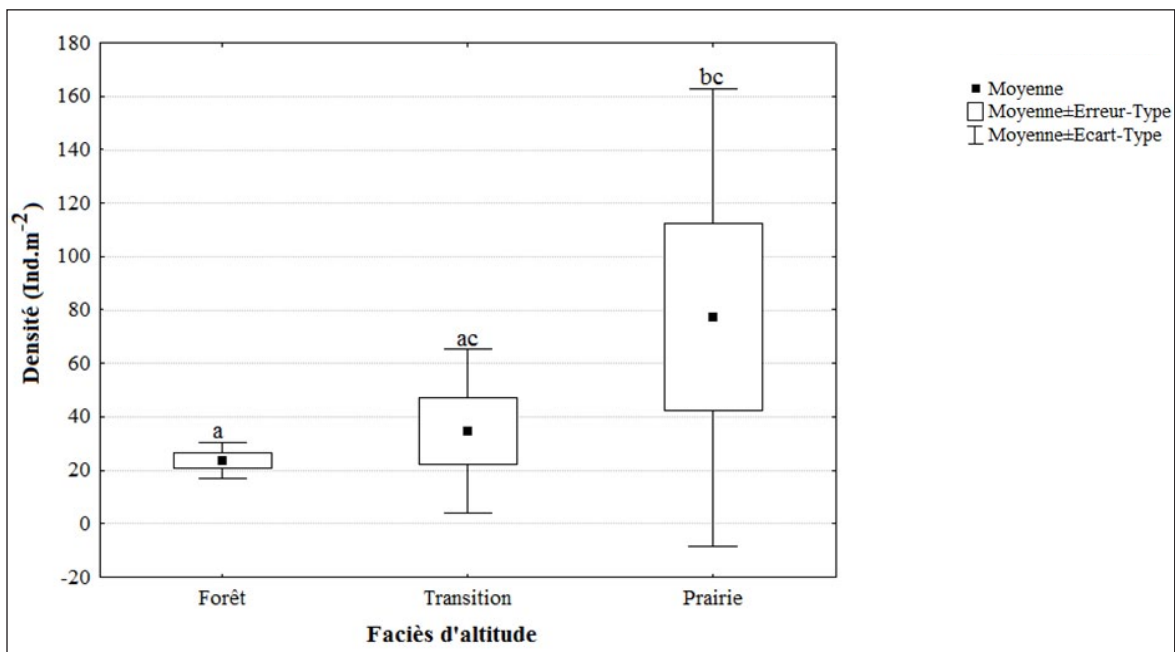


Figure 4 : Variation de la densité globale des vers de terre suivant le gradient des faciès du Périphérie Minier. Les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5 % (test de Mann-Whitney).

Tableau 4 : Variation de la densité relative (pourcentage) des espèces de vers de terre suivant le gradient des faciès des deux sites d'étude.

Espèces de vers de terre	Site du patrimoine mondial			Périmètre minier		
	Forêt	Transition	Prairie	Forêt	Transition	Prairie
<i>Dichogaster mamillata</i>	10,5	0	0	0	0	0
<i>D. eburnea</i>	0	0	3,6	0	0	0
<i>D. leroyi</i>	2,6	7,2	3	2,9	0	0,9
<i>D. candida</i>	0	7,2	74,4	0	65,3	75
<i>D. cornuta</i>	0	0	15,5	0	10,2	3,4
<i>D. baeri</i>	0	0	0	0	14,3	3,4
<i>D. saliens</i>	15,8	2,1	0,6	20	2	0
<i>D. terreaenigrae</i>	0	0	0	17,1	0	0
<i>Dichogaster</i> sp1.	0	57,7	0	2,9	0	0
<i>Dichogaster</i> sp2.	2,6	0	0	0	0	0
<i>Guineoscolex nimbai</i>	10,5	0	0	11,4	0	0,9
<i>G. coronatus</i>	0	0	1,8	0	0	0
<i>G. mamillatus</i>	26,3	0	0	2,9	0	0
<i>G. geminatus</i>	0	5,2	0	0	0	1,7
<i>G. ungulatus</i>	2,6	2,1	0	0	0	0
<i>G. inaequalis</i>	2,6	0	0	0	0	6
<i>Guineoscolex</i> sp.	0	0	1,2	0	0	0
<i>Millsonia schlegeli</i>	0	0	0	2,9	0	0
<i>Pickfordia magnisetosa</i>	18,4	0	0	0	0	1,7
<i>Sthulmannia zielae</i>	0	1	0	0	2	0
Pareudrilidae	7,9	17,5	0	2,9	0	6,9
Morphoespèce	0	0	0	2,9	0	0
Densité globale (Ind.m ⁻²)	25,33	64,67	112	23,33	32,67	77,33

Préférence écologique des vers de terre : Analyse IndVal

Cette étude a été réalisée à partir de la classification hiérarchique de l'ensemble des 12 faciès qui ont servi de base pour la détermination des typologies (Figure 5). De plus un récapitulatif des groupes de faciès est donné dans le tableau 5. La partition des faciès a été arrêtée au niveau 4 car à ce stade de partition les valeurs indicatrices des espèces commencent à diminuer. Les paramètres édaphiques dont la matière organique, le pH et la densité apparente (inversement traduite par la porosité) sont les plus indiqués pour la classification hiérarchique des faciès (Figure 5). Ainsi, le niveau 1 regroupe tous les faciès pauvres en matière organique. Le niveau 2 définit d'une part le groupe des prairies de Grand Rocher et Leclerc dont les sols sont moyennement à fortement acides et poreux, et d'autre part le groupe composé des 10

autres faciès qui n'ont pas de caractéristiques physico-chimiques bien définies. Le 3^e niveau de partition définit trois groupes de faciès à savoir le groupe 3 composé des prairies Grand Rocher et Leclerc (sols moyennement à fortement acides + poreux) associent l'espèce *D. candida* (IndVal : 87 % ; test t : $P < 0,01$); le groupe 2 constitué des forêts vallée Gba et Mont Génie à pH fortement acide sont préférées par *D. saliens* (IndVal : 81,4 % ; test t : $P < 0,01$) et *G. nimbai* (IndVal : 94,7 % ; test t : $P < 0,01$), et le groupe 3 composé des huit autres faciès à caractéristiques physico-chimiques indéterminées n'associe aucune espèce indicatrice. La préférence écologique de l'espèce *D. candida* est beaucoup plus affinée au 4^e niveau de partition ; *D. candida* (IndVal : 80,5 % ; test t : $P < 0,01$) et *D. cornuta* (IndVal : 94 % ; test t : $P < 0,01$) restent indicatrices de la prairie Grand Rocher dont le sol est fortement acide (Tableau 5).

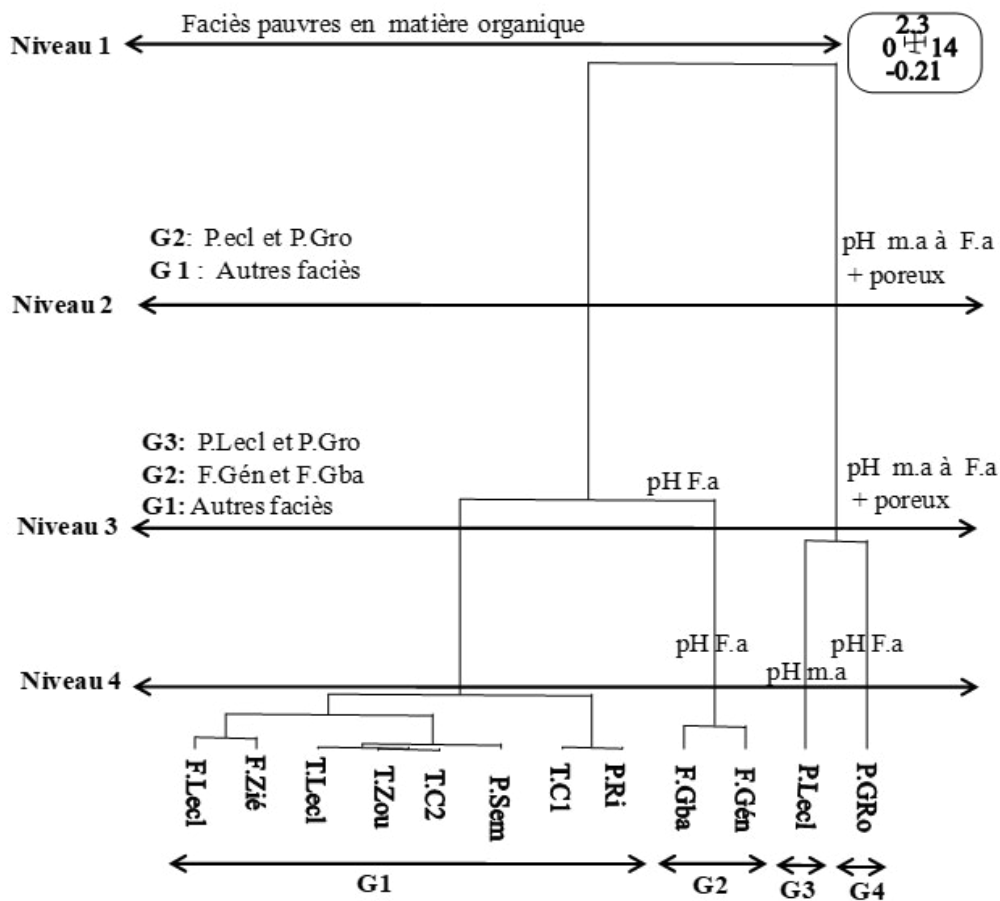


Figure 5 : Classification hiérarchique des 12 faciès sur la base de paramètres physico-chimiques.

G1: groupe 1; G2: groupe 2; G3: groupe 3; G4: groupe 4. F.Lecl: Forêt Leclerc; F.Gba: Forêt vallée Gba; T.Lecl: Transition Leclerc; T.Zou: Transition colline Zougoué; P.Lecl: Prairie Leclerc; P.Gro: Prairie Grand Rocher; F.Zié: Forêt vallée Zié; F.Gén: Forêt Mont Génie; T.C1: Transition Château 1; T.C2: Transition Château 2; P.Ri: Prairie Pierré Richaud; P.Se: Prairie Sempéré; pH Fa: pH fortement acide; pH ma: pH moyennement acide.

Tableau 5 : Espèces associées aux différentes typologies dégagées par la classification hiérarchique.

F.Lecl: Forêt Leclerc; F.Gba: Forêt vallée Gba; T.Lecl: Transition Leclerc; T.Zou: Transition colline Zougoué; P.Lecl: Prairie Leclerc; P.Gro: Prairie Grand Rocher; F.Zié: Forêt vallée Zié; F.Gén: Forêt Mont Génie; T.C1: Transition Château 1; T.C2: Transition Château 2; P.Ri: Prairie Pierré Richaud; P.Se: Prairie Sempéré; MO: matière organique; pH Fa: pH fortement acide; pH ma: pH moyennement acide.

Partition	Typologie	Indications	Espèces et valeurs indicatrices(%)
1	Tous les faciès	Pauvreté en MO	-
2	Groupe 1 : F.Lecl, F.Gba, T.Lecl, T.Zou, F.Zié, F.Gén, T.C1, T.C2, P.Ri, P.Se.	-	-
	Groupe 2: P.Lecl, P.Gro	pH ma à Fa + poreux	-
3	Groupe 1 : F.Lecl, T.Lecl, T.Zou, F.Zié, T.C1, T.C2, P.Ri, P.Se.	-	-
	Groupe 2: F.Gba, F.Gén,	pH Fa	<i>D. saliens</i> (81,4), <i>G. nimbai</i> (94,7)
	Groupe 3: P.Lecl, P.Gro	pH ma à Fa + poreux	<i>D. candida</i> (87)
4	Groupe 1 : F.Lecl, T.Lecl, T.Zou, F.Zié, T.C1, T.C2, P.Ri, P.Se.	-	-
	Groupe 2: F.Gba, F.Gén,	pH Fa	<i>D. saliens</i> (81,4), <i>G. nimbai</i> (94,7)
	Groupe 3: P.Lecl	pH ma	
	Groupe 4: P.Gro	pH Fa	<i>D. candida</i> (80,5), <i>D. cornuta</i> (94)

Discussion

Le paramètre biotique qui discrimine le plus les faciès, quel que soit le site d'étude est l'abondance globale des vers de terre, beaucoup plus importante dans les prairies d'altitude et plus faible dans les écosystèmes forestiers. Les prairies d'altitude connaissent de faibles fluctuations des conditions microclimatiques propices associées à la présence d'une couverture végétale permanente du sol, jouant à la fois un rôle de régulation des conditions abiotiques (température et humidité du sol) et d'apports constants en matières organiques (Rakotomanga *et al.*, 2016). De plus à une échelle plus fine, la qualité de la matière organique, c'est à dire sa composition, peut influencer la faune du sol, car le gradient en qualité de la matière organique du sol serait à l'origine des différentes stratégies de développement des vers de terre (Bouché, 1977).

Contrairement à l'abondance, il n'existe aucune différence significative de diversité des peuplements entre les forêts et les deux autres faciès. D'un point de vue théorique, plus la diversité en habitats est élevée, plus le milieu peut abriter d'espèces du fait de la plus grande variété d'habitats. Cette théorie n'est pas confortée par nos résultats à l'échelle intrasite dans les faciès de forêts. Ce résultat pourrait s'expliquer par la contiguïté de certains faciès tels que la prairie Grand Rocher, la transition colline Zougoué et la forêt vallée Gba dans le site du patrimoine mondial, et la prairie Pierre Richaud, la forêt vallée Zié et la transition Château 2 dans le périmètre minier. Cette contiguïté faciliterait les déplacements et les échanges des espèces entre les écosystèmes ; ceci tendrait à homogénéiser la richesse spécifique et la diversité des peuplements entre les trois faciès.

Dix espèces dont une morpho espèce, deux espèces de *Dichogaster* et une espèce du genre *Guineoscolex* indéterminées s'ajoutent aux 14 espèces rares déjà décrites par Csudzi *et al.* (2009). Des six autres espèces restantes, deux espèces (*Dichogaster eburnea* et *Dichogaster*

mamillata) qui sembleraient nouvellement observées sur la prairie Grand Rocher, ont été décrites pour la première fois par Csudzi et Tondoh (2007) en zone de forêt semi-décidue au centre-ouest de la Côte d'Ivoire. De plus, la prairie Grand Rocher est préférée par *Dichogaster candida* et *Dichogaster cornuta*, avec une prédominance de la première espèce citée par rapport à la seconde. L'établissement des populations de *D. candida* et *D. cornuta* dans ce faciès à sol poreux et fortement acide pourrait traduire la grande importance de ces types de vers de terre pour le fonctionnement de l'écosystème et de leur moindre sensibilité à la toxicité ferrugineuse à l'origine de la forte acidité. Des résultats similaires sur l'aptitude acidophile des vers de terre *Lumbriscus rubellus* et *Lumbriscus castaneus* ont été démontrés par Butt et Briones (2017), dans des sols contaminés par des déchets industriels dans le Nord-Ouest de la Grande Bretagne. Par ailleurs, deux autres espèces à savoir *D. saliens* et *G. nimbai* définissent quant à elles, une préférence pour les forêts vallée Gba et Mont Génie dont les sols sont aussi fortement acides. Les forêts constituent en effet, des zones refuges utiles pour conserver la biodiversité résiduelle, et sont des sources de colonisation des écosystèmes environnants. L'association des espèces épigées à la forêt s'expliquerait d'une part par l'abondance de la litière qui favoriserait un microclimat propice à leur expansion (Empwal *et al.*, 2015), et d'autre part par leur tolérance aux conditions édaphiques extrêmes telles que la forte acidité des sols. La connaissance d'espèces indicatrices constitue un avantage pour la promotion et l'orientation de la politique de conservation durable de la biodiversité du sol (Nahmani *et al.*, 2006). En effet, la raréfaction ou la disparition de ces espèces, entraîne la disparition des services écologiques irremplaçables qu'elles assurent (Larsen *et al.*, 2005), ce qui pourrait entraîner un déséquilibre écologique du milieu.

Conclusion

Cette étude a permis de porter le nombre d'espèces rares de vers de terre rencontrées dans le site de 14 à 24. Parmi les 10 espèces nouvellement rencontrées, 04 sont indéterminées. En outre, le statut des vers de terre comme indicateurs de l'état des écosystèmes a été corroboré; *Dichogaster candida* et *Dichogaster cornuta* ont une préférence pour la prairie Grand Rocher à sol fortement acide et poreux tandis que *Dichogaster saliens* et *Guineoscolex nimbai* s'associent aux sols forestiers fortement acides de la vallée Gba et Mont Génie.

La densité globale des vers de terre est le seul paramètre biotique qui augmente significativement de la forêt à la prairie d'altitude en passant par la transition, et ce quel que soit le site.

En vue d'une conservation durable des populations de vers de terre, l'accent pourrait être mis sur le renforcement de la protection des reclus forestiers, des prairies d'altitude jouxtant le périmètre minier afin de créer des «zones refuges» susceptibles d'héberger la faune.

Remerciements

Cette étude d'inventaire biologique a été rendue possible grâce à l'appui financier de la Société des Mines de Fer de la Guinée. Nous sommes très reconnaissants au Département Environnement de ladite Société. Nous remercions également le Centre de Gestion de l'Environnement des

Monts Nimba-Simandou et particulièrement M. Diallo Hassane ingénieur à l'Institut de Recherche Agronomique de Guinée et les assistants de terrain pour leur participation active et chaleureuse pendant la période d'échantillonnage et dans l'acquisition des données de sol.

Références Bibliographiques

Bouché MB. 1972. Lombriciens de France. Ecologie et systématique. INRA Publication, Paris, 671p.

Bouché MB. 1977. Stratégies lombriciennes. In: Lohm, U. et Persson, T. (Eds), Soil organism as components of ecosystems. *Biology Bulletin* (Stockolm): 122-132.

Butt KR, Briones MJI. 2017. Earthworms and mesofauna from an isolated, alkaline chemical waste site in Northwest England. *European Journal of Soil Biology*, 78: 43-49.

Csuzdi C, Tondoh EJ. 2007. New and little-known earthworm species from the Ivory Coast (Oligochaeta: acanthodrilidae: Benhamiinia-Eudrilidae). *Journal of Natural History*, 41 : 2551-2567.

Csudzi C, Guéi AM, Tondoh JE. 2009. New and little known earthworm species from the Mt. Nimba, Guinea (Oligochaeta, Acanthodrilidae: Benhamiinea). *Zootaxa*, 2141:56-68.

Diallo H. 2017. Rapport de Prospections Pédologiques et d'Analyse des Echantillons de Sols. Rapport préparé par l'Institut de Recherches Agronomiques de Guinée, pour la Société des Mines de Fer de Guinée, Kindia, Guinée, 23p.

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

Empwal FM, Sudi CK, Komanda, Madidila NM, Francis F. 2015. Incidence de la déforestation sur les catégories écologiques des vers de terre dans le domaine et réserve de chasse de Bombo-Lumene. *Tropicultura*, 33(3) : 209-217.

Guéi AM, Tondoh EJ. 2012. Ecological preferences of earthworms for land-use types in semi-deciduous forest areas, Ivory Coast. *Ecological Indicators*, 18: 644-651.

- Lamotte M, Roy R. 2003. Le peuplement animal du mont Nimba (Guinée, Côte d'Ivoire, Liberia). *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle*. Tome 190. 724 pp.
- Larsen TH, Williams NM, Kremen C. 2005. Extinction order and altered community structure rapidly disrupt ecosystem functioning. *Ecology Letters*, 8: 538–547.
- Lavelle P, Barois I, Blanchart E, Brown G, Brussaard L, Decaëns T, Fragoso C, Jiménez JJ, Ka Kajondo K, De los Angeles Martinez M, Moreno A, Pashanasi B, Senapati B, Villenave C. 1998. Les vers de terre, une ressource dans les agrosystèmes tropicaux. *Nature et Ressources*, 34 : 26-41.
- Lavelle P, Decaëns T, Aubert M, Barot S, Blouin M, Bureau F, Margerie P, Mora P, Rossi JP. 2006. Soil invertebrates and ecosystem services. *European Journal of Soil Biology*, 42: S3-S15.
- Nahmani J, Lavelle P, Rossi J.P. 2006. Does changing the taxonomical resolution alter the value of soil macroinvertebrates as bioindicators of metal pollution? *Soil Biology and Biochemistry*, 38: 385-396.
- Omodeo P. 1958. Oligochètes. In: La réserve naturelle intégrale du Mont Nimba. *Mémoire de l'Institut français d'Afrique noire*, 53 : 9-109.
- Rakotomanga D, Blanchart E, Rabary B, Randriamanantsoa R, Razafindrakoto M, Autfray P. 2016. Diversité de la macrofaune des sols cultivés sur les Hautes Terres de Madagascar. *Biotechnologie Agronomie Société et Environnement*, 20(4) : 495-507.
- Ruiz N, Jérôme M, Léonide C, Christine R, Gérard H, Etienne I, Patrick L. 2011. IBQS : A synthetic index of soil quality based on soil macro-invertebrates communities. *Soil Biology and Biochemistry*, 43: 2032-2045.
- Somon S. 1995. Nouvelles espèces d'oligochètes du Mont Nimba (Guinée). *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 120 (1) : 47 – 55.
- Swati A, Hait S. 2017. Fate and bioavailability of heavy metals during vermicomposting of various organic wastes – A review, *Process Safety and Environment Protection* (DOI: 10.1016/j.psep.2017.03.031).
- Thioulouse J, Chessel D, Dolédec S, Olivier JM. 1997. ADE-4: a multivariate analysis and graphical display software. *Statistics and Computing*, 7: 75-83.
- Tondoh JE, Kouamé FN, Guéi A.M, Sey B, Koné AW, Gnessougou N. 2015. Ecological changes induced by full-sun cocoa farming in Côte d'Ivoire. *Global Ecology and Conservation*, 3: 575-595.

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) trois 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 ;
- les noms des auteurs (initiale du (des) prénom(s) et nom de famille), l'adresse postale complète des services ou des laboratoires concernés avec indication de l'appartenance de chacun des auteurs ;
- le nom et le numéro de téléphone, de fax et l'adresse e-mail de l'auteur à qui seront adressés les demandes de modifications avant acceptation, 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, conclusion. 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, elles doivent être en nombre restreint. Aucune abréviation ne sera utilisée 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 la 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. Ils doivent être numérotés en chiffres arabes et accompagnés d'un titre et d'une légende. Les titres et les légendes des figures seront placés en bas et ceux des tableaux seront placés en haut.

Discussion et Conclusion : 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. Une conclusion doit être tirée à la fin de cette section.

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 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'un renvoi 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, (Demebele 2008a, 2008b). Les références doivent être listées par ordre alphabétique à la fin du texte sans numérotation.

Le nombre de références ne doit pas dépasser 30. L'article ne comporte que les références à des textes qui ont été consultés pour la rédaction du travail. Les références citées doivent être accessibles aux lecteurs. Toutes les références citées dans le texte figurent dans la liste des références bibliographiques et vice-versa. Les articles acceptés mais non encore publiés peuvent être référencés en indiquant la revue, l'année et le volume avec la mention (à paraître) ou (in press).

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.

Illustrations

Toutes les figures (graphiques, dessins ou photographies) sont numérotées en chiffres arabes et appelées dans le texte par ordre numérique (numéro entre parenthèses). Les figures sont fournies sur un fichier distinct.

Les illustrations seront reproduites en couleur sur le web mais imprimées en noir et blanc dans la revue papier. Pour des raisons techniques, nous ne pourrions utiliser ces illustrations en couleur pour l’impression en noir et blanc, il est donc impératif de nous envoyer, en plus des illustrations en couleur, toutes les illustrations correspondantes en noir et blanc pour la version imprimée.

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. Il est accompagné d’un titre (placé au-dessus) et, éventuellement, de notes explicatives (au-dessous). Il est saisi en interligne simple.

SOUMISSION DES ARTICLES

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

CORRECTION D’ÉPREUVES, DEMANDES DE REPRODUCTION

En cas de reproduction partielle ou totale, dans le manuscrit, d’un document ou d’une illustration déjà publié, l’autorisation écrite de l’éditeur et des auteurs doit être impérativement fournie. Lors de la mise en production du manuscrit accepté pour publication, l’éditeur enverra à l’auteur correspondant un formulaire de transfert de droits par courrier électronique, qui sera dûment complété et signé par l’auteur responsable de l’article pour le compte de tous les auteurs, puis retourné à l’éditeur dans les plus brefs délais. 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 l’impression 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.

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

REB-PASRES, a journal of Environment and Biodiversity, is published by the « Programme d'Appui Stratégique à la Recherche Scientifique (PASRES) », three 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 ;
- 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. 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, 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”).

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.

Discussion and Conclusion : 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.

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.

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).

Journal

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.

The illustrations will be reproduced in color on the web but printed in black and white in the publication’s paper version. For technical reasons, we cannot use color illustrations for black and white printing. You must therefore send us, in addition to color illustrations, any corresponding black and white illustrations for the printed version.

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

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. When laying out the manuscript accepted for publication, the publisher will send to the corresponding author a copyright transfer form by e-mail, which must be duly filled in and signed by the author responsible for the article on behalf of all authors, then sent back to the publisher as soon as possible. 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.

S O M M A I R E

ATCHIKPA TM, YEGBEMEY NR, BIO N'GOYE C, AFOUDA AP, YABI AJ

Perceptions du changement climatique et stratégies d'adaptation des producteurs de maïs au Nord-Bénin.....1

KOUADIO K, DIBI NH, N'GORAN KSB, OUATTARA SFP

Diversité des espèces de bois d'œuvre dans l'arboretum du Centre National de Floristique de l'Université Félix Houphouët-Boigny (Côte d'Ivoire).....14

KASSI AJ-B, BAKAYOKO F, MOBIO ABH, DJAGOUA EVM

Apport de l'outil « Digital Shoreline Analysis System » de ArcGIS pour la caractérisation de la dynamique côtière de l'embouchure du fleuve Bandama à Grand-Lahou (Est de la Côte d'Ivoire).....27

AKAFFOU MH, ALLALI BK, COULIBALY Z, KONAN KL, CAMARA A, YAO KA, SAWADOGO A, DOSSO M

Inventaire préliminaire des serpents de la ville de Tengréla et ses alentours (Nord-Ouest, Côte d'Ivoire).....36

DOSSO K, KOFFI KKS, TIHO S

Étude préliminaire du peuplement de Coléoptères bousiers inféodés aux excréments de buffles dans la Réserve Scientifique de Lamto (Côte d'Ivoire).....44

SORO Y, N'DRI AB, BAKAYOKO A, GIGNOUX J

Analyse de la végétation dans un écotone Forêt-Savane d'Afrique de l'Ouest dans un contexte de boisement des savanes.....54

GUÉI AM, ZRO FGB, N'DRI JK, SAMOURA A, BAKAYOKO S, TONDOH JE

Diversité et préférence écologique des peuplements de vers de terre en zone de forêt tropicale humide du mont Nimba (Guinée, Afrique de l'ouest).....73