



Impacts potentiels de l'exploitation minière sur les principales composantes de la flore et de la végétation dans le département de Boundiali (Côte d'Ivoire).

DOFFOU Sopie Cybèle¹, OUATTARA Sié Fernand Pacôme², KONE Youssouf³, KOUADIO Kouassi¹

¹UPR Botanique, Laboratoire des Milieux Naturels et Conservation de la Biodiversité, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

²UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon GUEDE, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire.

³Docteurant à l'école doctorale Biologie, Environnement et Santé, Université Félix Houphouët -Boigny, (Cocody-Abidjan), Côte d'Ivoire Université Félix Houphouët-Boigny, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

Auteur correspondant ; E-mail : cybeledoffou@gmail.com ; Tél : (+225) 07-07-23-56-20.

Submission 15th May 2024. Published online at <https://www.m.elewa.org/Journals/> on 30th June 2024. <https://doi.org/10.35759/JABs.197.1>

RESUME

Objectifs : Pour miniser les potentiels impacts du projet minier de Fonondara sur les principales composantes de la végétation et de la flore la présente étude a été initiée en vue de mettre en exergue les formations végétales sensibles et les espèces menacées d'extinction dans le permis d'exploitation dudit projet.

Méthodologie et Résultats : Pour caractériser la végétation et la flore dans le permis d'exploitation du projet minier de Fonondara, les méthodes d'inventaire de surface et itinérant utilisées, ont permis de recenser toutes les espèces végétales et de décrire les formations végétales rencontrées dans les six (06) localités visitées. Concernant les espèces menacées, selon l'UICN, les individus ont été dénombrés, dans les parcelles. Pour une espèce identifiée, le genre et la famille botanique ont été notés. Pour évaluer l'impact du projet sur les potentielles composantes de la végétation et de la flore, trois critères à savoir l'intensité, la portée et la durée ont été considérés. Les résultats ont montré que sept formations végétales ont été identifiées dont les forêts galeries qui sont les mieux conservées. Au total, 167 espèces végétales ont été inventoriées, réparties en 124 genres et 53 familles et quatre espèces menacées d'extinction ont été identifiées à savoir : *Azelia africana* Sm. ; *Khaya senegalensis* (Desv.) A. Juss. et *Vitellaria paradoxa* C. F. Gaertn. classées vulnérables et *Pterocarpus erinaceus* Poilr. qualifiée en danger de disparition. Durant les différentes phases d'activités du projet, les principales composantes de la flore et de la végétation seront plus ou moins impactées négativement.

Conclusions et application des résultats : Cette étude a permis d'inventorier dans le permis d'exploitation minière de Fonondara, sept formations végétales et 167 espèces végétales (arborées, arbustives, lianescentes et herbacées). Les galeries forestières sont les plus riches

floristiquement et assez bien conservées. Dans la zone d'étude, seulement, quatre espèces menacées d'extinction ont été inventoriées dont trois classées vulnérables et une qualifiée de danger de disparition de la flore ivoirienne. Durant les différentes phases d'activités du projet, les principales Les composantes de la végétation et de la flore seront plus ou Moins impactées négativement. . Ainsi, il serait souhaitable de respecter rigoureusement les normes standards d'exploitation minière en vigueur, d'une part, et de créer des zones de biodiversité dans les galeries forestières, en vue de les reboiser avec des plants des espèces menacées d'extinction, notamment, ceux de *Afzelia africana* Sm. (Fabaceae) qui n'est représentée que par quatre individus, dans toute la zone d'étude.

Mots clés : espèces menacées ; formations végétales ; exploitation minière ; savanes sub-soudanaises ; Côte d'Ivoire.

Potential impacts of mining on the main components of flora and vegetation in the Boundiali department (Côte d'Ivoire).

ABSTRACT

Objectives: To minimize the potential impacts of the Fonondara mining project on the main floristic components, this study was initiated with a view to highlighting sensitive plant formations and species threatened with extinction in the operating permit for the said project.

Methodology and Results: To characterize the vegetation and flora in the operating permit for the Fonondara mining project, the surface and itinerant inventory methods used made it possible to identify all plant species and describe the plant formations encountered in the six (06) localities visited. Concerning threatened species, according to the IUCN, individuals were counted in the plots. For an identified species, the genus and botanical family were noted. To assess the impact of the project on the potential floristic components, three criteria, namely intensity, scope and duration, were considered. The results showed that seven plant formations were identified, including gallery forests which are the best preserved. In total, 167 plant species were inventoried, divided into 124 genera and 53 families and four species threatened with extinction were identified, namely: *Afzelia africana* Sm.; *Khaya senegalensis* (Desv.) A. Juss. and *Vitellaria paradoxa* C. F. Gaertn. classified as vulnerable and *Pterocarpus erinaceus* Poir. classified as endangered. During the different phases of project activities, the main components of flora and vegetation will be more or less negatively impacted.

Conclusions and application of results: This study made it possible to inventory, in the Fonondara mining permit, seven plant formations and 167 plant species (trees, shrubs, vines and herbaceous plants). The gallery forests are the richest floristically and quite well preserved. In the study area, only four species threatened with extinction were inventoried, three of which were classified as vulnerable and one classified as in danger of disappearing from the Ivorian flora. During the different phases of project activities, the main floristic components. Thus, it would be desirable to rigorously respect the mining exploitation standards in force, on the one hand, and to create biodiversity zones in the gallery forests, with a view to reforesting them with plants of species threatened with extinction, notably, those of *Afzelia africana* Sm. (Fabaceae) which is only represented by four individuals throughout the study area.

Keywords: Threatened species; plant formations; mining; sub-Sudanese savannahs; Ivory Coast.

INTRODUCTION

En Afrique occidentale, en générale, et singulièrement, en Côte d'Ivoire, le domaine guinéen qui renferme les forêts denses humides est potentiellement riche en espèces (Konan *et al.*, 2015; Tuo *et al.*, 2017). Cependant, la zone Soudano-Zambésienne, qualifiée de moins riche en espèces végétales, renferme des espèces caractéristiques, endémiques à cette zone qui méritent d'être protégées (Silué, 2018; Timite, 2023). À cela, s'ajoutent d'autres services écosystémiques, dont l'un des plus importants et nécessaires au maintien de la vie, est la séquestration du carbone atmosphérique (Monssou *et al.*, 2016). En effet, le Nord ivoirien compte peu d'aires protégées et les quelques unes existantes font l'objet d'une agression sans précédent. De plus, l'expansion exponentielle de la culture d'anacardiens et les récurrents feux de brousse dans la zone de savane constituent une menace permanente pour les espèces à statut particulier de cette zone phytogéographique. L'exploitation minière constitue également dans ces écosystèmes savanicoles, une activité dévastatrice des formations végétales et des espèces d'intérêt capital pour l'homme (Yao, 2019). L'exploitation des ressources minières, en Côte d'Ivoire, a pris de l'ampleur depuis quelques années. En effet, le pays dispose d'un potentiel minier énorme qui avait été jusque-là très peu exploité. La redynamisation de ce secteur d'activité a été accompagnée par l'adhésion du gouvernement au Conseil d'Administration de l'Initiative pour la Transparence dans les

Industries Extractives (ITIE), en 2006. Cette initiative du gouvernement a permis la création du Conseil National ITIE, par décret n°2008-25 du 21 février 2008 et l'adoption du nouveau code minier en décembre 2013. Ce Conseil est composé de vingt-six (26) membres issus des collèges de l'Administration, du Secteur Extractif et de la Société Civile. La création du cadre institutionnel et juridique a encouragé les investisseurs à s'intéresser au secteur minier. Aussi, plusieurs gisements d'or à travers le pays ont-ils fait l'objet de permis d'exploration et/ou d'exploitation. Dans le Département de Boundiali, la mine d'or de Fonondara a acquis un nouveau permis d'exploitation. Ce permis a été cédée à la société " Barrick Gold ". Avant le début de l'exploitation, une Etude d'Impact Environnemental et Social a été initiée, conformément, à la législation ivoirienne, pour évaluer l'état initial de la végétation et de la flore du site d'exploitation, nécessaire à la préservation de la Biodiversité du site et de sa zone d'influence. Cette étude a pour objectif principal de contribuer à préserver les formations végétales sensibles et les espèces menacées d'extinction dans le permis d'exploitation du projet minier de Fonondara. Spécifiquement il s'est agi de : (1) décrire la physionomie des formations végétales rencontrées sur le site d'étude ; (2) caractériser les espèces menacées d'extinction, selon l'UICN (2022) et (3) d'évaluer les impacts potentiels du projet sur les composantes floristiques.

MATERIEL ET MÉTHODES

Site d'étude : Cette étude a été réalisée dans les emprises du projet minier Fonondara dans les localités de la sous-préfecture de Siempurgo, dans le Département de Boundiali, District des savanes, dans le Nord de la Côte d'Ivoire. Boundiali est le chef-lieu du département de Boundiali, dans la région

de la Bagoué. La ville est située entre Korhogo et Kouto à l'est, Madinani à l'ouest, Séguéla et Mankono au sud et Tingréla et Minignan au nord (Figure 1). Elle est localisée entre 9° 32' de latitude Nord et 6° 29' de longitude Ouest.



Figure 1 : Localisation du département de Boundiali dans la région de la Bagoué en Côte d'Ivoire

La moitié nord de la Côte d'Ivoire est couverte de forêts claires, des savanes (arborées, arbustives) et des fourrés marécageux. Ce domaine a pour limite méridionale les savanes guinéennes et les forêts denses humides semi-décidues. A ces végétations, s'ajoutent les forêts galeries et rupicoles qui longent les cours d'eau permanents ou temporaires et leurs affluents. Le sous-bois héliophile des forêts claires et la saison sèche de longue durée favorisent les feux de brousse qui finissent par détruire les plantes ligneuses ou herbacées les plus vulnérables (Amani, 2021). Le matériel biologique utilisé pour cette étude est constitué des individus des espèces végétales (arborées, arbustives, lianescentes et herbacées) inventoriées. Le matériel technique utilisé pour l'inventaire de la flore se compose de données cartographiques numériques et physiques des sites d'échantillonnage ; un GPS Garmin Etrex pour l'orientation sur le terrain et l'enregistrement des coordonnées géographiques des différents points d'échantillonnage. Pour la cartographie des distributions des points d'échantillonnage et des espèces menacées, le logiciel QGIS 3.2.3

valmiera a été utilisé. Quant à l'analyse statistique réalisée, le logiciel R version 4.3.2 a été utilisé.

Collecte de données : Pour une meilleure caractérisation de la végétation et une estimation rapide de la flore, la méthode de terrain utilisée a été la combinaison des inventaires de surface et itinérant. Cette méthode a consisté à inventorier et identifier toutes les espèces végétales (plantes ligneuses, lianescentes et herbacées) rencontrées dans l'emprise du projet minier de Fonondara. Pour ce faire, un dispositif carré de 30 m x 30 m (soit 900 m² de superficie) a été installé dans chacun des 10 points d'échantillonnage de la zone d'étude (Figure 2). Pour maximiser les données floristiques, toutes les espèces de plantes rencontrées entre les dispositifs d'échantillonnage non encore inventoriées, ont été notées. Dans le dispositif carré, les individus des espèces menacées, selon l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature pour l'année 2022, en abrégé UICN 2022, ont été dénombrés. Pour la caractérisation de la végétation, il s'est agi de décrire les formations végétales rencontrées en considérant certains paramètres tels que: le

type de végétation (forêt claire, galerie forestière, savane arborée, savane arbustive, fourré marécageux, jachère, fourré rupicole) ; la structure de la végétation (nombre et

recouvrement des différentes strates de végétation ligneuse et herbacée) ; l'écologie (niveau de dégradation par l'action humaine).

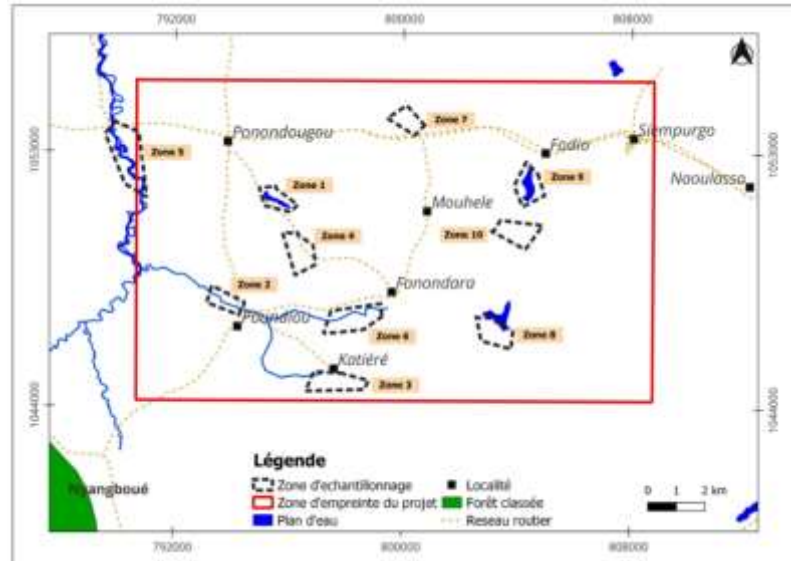


Figure 2 : Carte de localisation des points d'échantillonnage dans la zone d'emprise du projet.

Analyse des données

Caractérisation de la végétation : Les différentes formations végétales rencontrées dans la zone d'étude ont été identifiées. Parmi celles-ci, les plus sensibles telles que les forêts claires qui ont une humidité moyennement élevée, les galeries forestières, les fourrés marécageux et les fourrés rupicoles renfermant des points d'eaux ont été décrites.

Richesse floristique : Dans les différentes formations végétales identifiées, les richesses spécifiques totales et moyennes ont été calculées. Pour chacune des espèces inventoriées, la famille et le genre ont été notés. La nomenclature adoptée pour l'identification des espèces est basée sur les travaux de Aké-Assi (2001 ; 2002). Les familles botaniques ont été actualisées, à l'aide de APG IV (APG IV, 2016).

Caractérisation des espèces menacées : Les espèces considérées comme menacées d'extinction, au cours de cette étude, sont celles figurant sur la liste rouge de l'UICN

dans les catégories en danger de disparition et vulnérables, selon UICN (2022). Les effectifs de ces espèces dans les différents sites d'échantillonnage, ont été dénombrés comme l'ont fait certains auteurs tels que Bado, 2004 ; Piba *et al.*, (2015) ; Ouattara *et al.* (2019) ; Kouadio *et al.* (2020), Ouattara (2021). Aussi, une carte de distribution des espèces vulnérables et de celles en danger de disparition dans la zone d'étude a-t-elle été élaborée.

Analyse statistique : Les valeurs moyennes d'effectifs et de richesses spécifiques des formations végétales rencontrées et des individus des espèces menacées ont été comparées à travers l'analyse de variance ANOVA à 5 % de seuil de significativité. Le test de Tukey a été utilisé pour le classement des moyennes.

Evaluation des impacts potentiels du projet sur les principales composantes de la flore et de la végétation : Pour évaluer l'impact du projet sur les potentielles composantes de la flore et de végétation, trois

critères ont été considérés à savoir : l'intensité, la portée et la durée. L'intensité correspond à la nature et au degré de perturbation des éléments environnementaux touchés par le projet tels que les composantes de la flore et de la végétation. La portée ou l'étendue de l'impact correspond à l'ampleur

spatiale de la modification de l'élément environnemental affecté (flore et végétation). Les valeurs de ces critères varient de 1 à 3. L'impact du projet est majeur quand la valeur est de 3, il est moyen avec une valeur de 2 et il est mineur lorsque la valeur est de 1.

RÉSULTATS

Formations végétales rencontrées dans la zone d'étude : Les différents inventaires ont permis d'identifier sept principaux types de formations végétales dans la zone du projet. Il s'agit des forêts claires, des galeries forestières, des savanes arborées, des savanes arbustives, des fourrés rupicoles, des fourrés marécageux, des jachères et des formations d'origine anthropique (cultures vivrières, champs de cotons, plantations d'anacardiens).
Forêts claires : C'est une végétation abritant de grands arbres et arbustes (Figure 3) avec une strate supérieure présentant une canopée dont le recouvrement est de l'ordre de 60 à 70 %. La strate arborée supérieure renferme des espèces de grande taille dont les plus représentées sont: *Albizia zygia* (DC.) J.F. Macbr., *Ceiba pentandra* (Linn.) Gaerth, *Cola cordifolia* (Cav.) R. Br, *Daniellia oliveri* (Rolfe) Hutch. & Dalziel, *Ficus bubu* Warb. La strate arborée moyenne est composée essentiellement des espèces assez représentatives comme: *Crossopteryx febrifuga* (Afzel. ex G.Don) Benth., *Gmelina arborea* Roxb., *Lannea barteri* (Oliv.) Engl., *Margaritaria discoidea* (Baill) Webster, *Pericopsis laxiflora* (Benth.) Meeuwen, La strate herbacée est dominée par la présence de *Aframomum alboviolaceum* (Ridl.) K.Schum., *Anchomanes difformis* (Blume) Engl et *Oplismenus burmannii* (Retz.) P. Beauv. Dans cette forêt, il y a la présence de quelques espèces lianescentes dominantes telles que *Cissus aralioides* (Welw. ex Baker) Planch., *Nauclea latifolia* Linn., *Phyllanthus muellerianus* (O. Ktze.) Exell. L'abondance

de *Gmelina arborea* Roxb. montre que cette forêt a été, soit enrichie avec cette espèce par un paysan, soit l'espèce s'est développée par le phénomène de dispersion des graines.

Galeries forestières : Elles représentent les formations végétales qui bordent les cours d'eaux (Figure 4). La végétation dans ce milieu présente une structure verticale variable, selon le niveau de dégradation (la fréquence des feux, pâturage, prélèvement de bois). Elle a aussi une importance écologique comme la forêt claire et elle est un régulateur de climat dans son environnement immédiat comme à Ponondougou. L'on retrouve dans ce milieu écologique, une strate arborée supérieure avec un recouvrement de la canopée de l'ordre de 80 à 90 % et est dominée par *Adansonia digitata* Linn., *Albizia zygia* (DC.) J.F. Macbr., *Anthostema senegalense* A. Juss. *Berlinia grandiflora*, *Cola cordifolia* (Cav.) R. Br, Dans la strate arborée moyenne les espèces plus abondantes sont: *Carapa procera* DC. De Wilde, *Bridelia ferruginea* Benth. *Bridelia micrantha* (Hochst.) Baill. *Flacourtia flavescens* Willd. *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth. Des espèces herbacées y sont aussi rencontrées telles que: *Andropogon gayanus* Kunth var. *gayanus*, *Axonopus compressus* (Sw.) P. Beauv., *Oplismenus burmannii* (Retz.) P. Beauv. Les espèces lianescentes abondantes rencontrées sont : *Lonchocarpus cyanescens* (Schummach & Thonn.) Benth. *Nauclea latifolia* Sm. *Opilia amentacea* Roxb., *Paullinia pinnata* Linn.



Figure 3 : Aperçu d'une forêt claire échantillonnée à Fonondara dans la zone d'étude



Figure 4: Aperçu d'une galerie forestière rencontrée au pont de Ponondougou dans la zone d'étude

Fourrés marécageux : Les Fourrés marécageux (Figure 5) sont des formations végétales, généralement, ouvertes, constituées de recues de peuplements d'espèces végétales. Elles sont souvent riches en espèces et parfois exploités pour la riziculture ou non. Elles sont assez peuplées par les espèces lianscentes telles que : *Alchornea cordifolia* (Schum. & Thonn.) Müll.Arg., *Ampelocissus africana* (Lour.) Merr., *Cissus aralioides* (Welw. ex Baker) Planch., *Cissus cymosa* Schum. & Thonn.,

Combretum racemosum P. Beauv. On y trouve tout de même des espèces arbustives et arbrisseaux telles que *Albizia malacophylla* (A. Rich.) Walp. var. *ugandensis*, *Anogeissus leiocarpus* (DC.) Guill. & Perr., *Carapa procera* DC. De Wilde, *Cassia absus* Linn., *Cassia alata* Linn. Aussi, quelques espèces arborées sont-elles présentes dans ce milieu, l'on peut citer : *Berlinia grandiflora* (Vahl) Hutch. & Dalz., *Blighia sapida* K. D. Koenig, *Ceiba pentandra* (Linn.) Gaerth., *Daniellia olivera* Hutch. & Dalz. Des espèces

herbacées sont, également, présentes dans les bas-fonds (*Amaranthus spinosus* Linn., *Amorphophallus dracontoides* (Engl.) N.E. Br., *Anchomanes difformis* (Blume) Engl.,

Axonopus compressus (Sw.) P. Beauv., *Borreria scabra* (Schum. & Thonn.) K. Schum.



Figure 5: Aperçu d'un fourré marécageux rencontré à Pondiou dans la zone d'étude

Fourrés rupicoles : Les fourrés rupicoles renferment la végétation qui borde les Lacs (Figure 6) et les barrages ruraux dans la zone d'étude. La végétation qui accompagne ces plans d'eaux renferme les grands arbres tels que *Antiaris toxicaria* Lesch., *Daniellia olivera* Hutch. & Dalz. et *Holarrhena floribunda* (G. Don) Dur. & Schinz var. *floribunda*. Concernant les arbustes, l'on peut citer : *Anogeissus leiocarpus* (DC.) Guill. & Perr., *Bridelia ferruginea* Benth., *Combretum licardii* Engl. & Diels, *Detarium microcarpum* Guill. & Perr., *Erythrina*

senegalensis DC. S'agissant des espèces lianscentes, l'on y a rencontré *Dioscorea bulbifera* Linn., *Lonchocarpus cyanescens* (Schummach & Thonn.) Benth., *Motandra guineensis* A. DC., *Mucuna pruriens* var. *utilis* (Wall. ex Wight) Bak. ex Burck, *Opilia amentacea* Roxb. Certaines herbacées ont été rencontrées dans ces plans d'eaux comme *Abelmoschus manihot* (L.) Medik. *Andropogon tectorum* Schum. & Thonn., *Aspilia bussei* O.Hoffm. & Muschl. *Bulbostylis barbata* (Rohle) C. B. Clarke, *Nymphaea lotus* Linn.



Figure 6 : Aperçu d'un fourré rupicole rencontré à Ponondougou dans la zone d'étude.

Caractérisation de la Flore : Dans la zone d'étude, 167 espèces végétales ont été inventoriées. Elles sont réparties entre 124 genres et appartenant à 53 familles. Les Fabaceae sont les plus importantes avec 28 espèces, soit 17 % du total des espèces inventoriées, suivies des Rubiaceae qui comptent 11 espèces, soit 6 %, les Euphorbiaceae et les Moraceae sont représentées, chacune, par 10 espèces, soit 5 % (Figure 7). Dans les différentes formations

végétales inventoriées, les forêts galeries sont les plus riches avec 92 espèces. Elles sont suivies par les fourrés rupicoles riches de 77 espèces et les savanes arborées (76 espèces), contrairement aux jachères qui ne comptent que 28 espèces (Tableau 1). Cependant, l'analyse du Tableau 1 montre que ces formations végétales ne présentent aucune différence significative au niveau de la richesse spécifique moyenne ($F = 2,48$; $P = 0,08$).

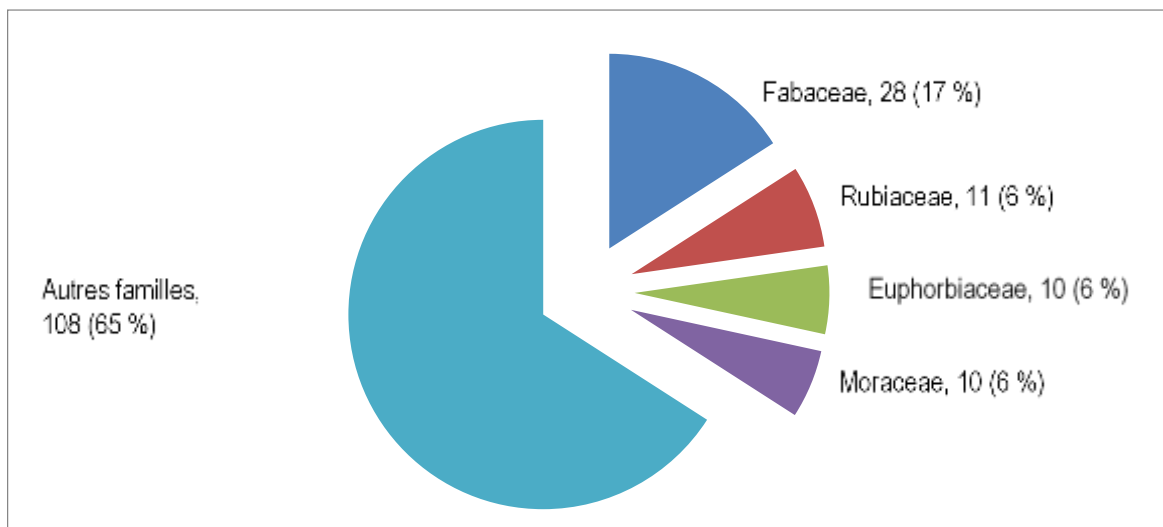


Figure 7 : Spectre des familles les plus importantes recensées dans la zone d'étude

Tableau 1: Richesses spécifiques et moyennes des types de formation végétale inventoriées dans la zone d'étude

Types de formation végétale	Bas-fond	Forêt claire	Galerie forestière	Plan d'eau	Jachère	Savane arborée	Savane arbustive	Valeurs statistiques
Richesse spécifique	75	59	92	77	28	76	63	
Richesse spécifique moyenne	52± 9,17 ^a	61,67± 9,29 ^a	55,67± 8,50 ^a	57± 9,17 ^a	37± 8,54 ^a	56± 7,94 ^a	45,33± 11,24 ^a	P : 0,08 F : 2,48

F = Test de décision de Fisher ; P= Probabilité ($\alpha = 5\%$). Les moyennes accompagnées des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au seuil de $\alpha = 5\%$.

Espèces menacées d'extinction selon l'UICN : Concernant les espèces menacées d'extinction inventoriées dans la zone d'étude, quatre (04) espèces ont été identifiées (Figure 8) dont *Pterocarpus erinaceus* Poir. (Fabaceae) qualifiée en

danger d'extinction et trois (03) espèces classées comme vulnérable à savoir : *Afzelia africana* Sm. (Fabaceae) ; *Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss. (Meliaceae) et *Vitellaria paradoxa* C. F. Gaertn. (Sapotaceae).

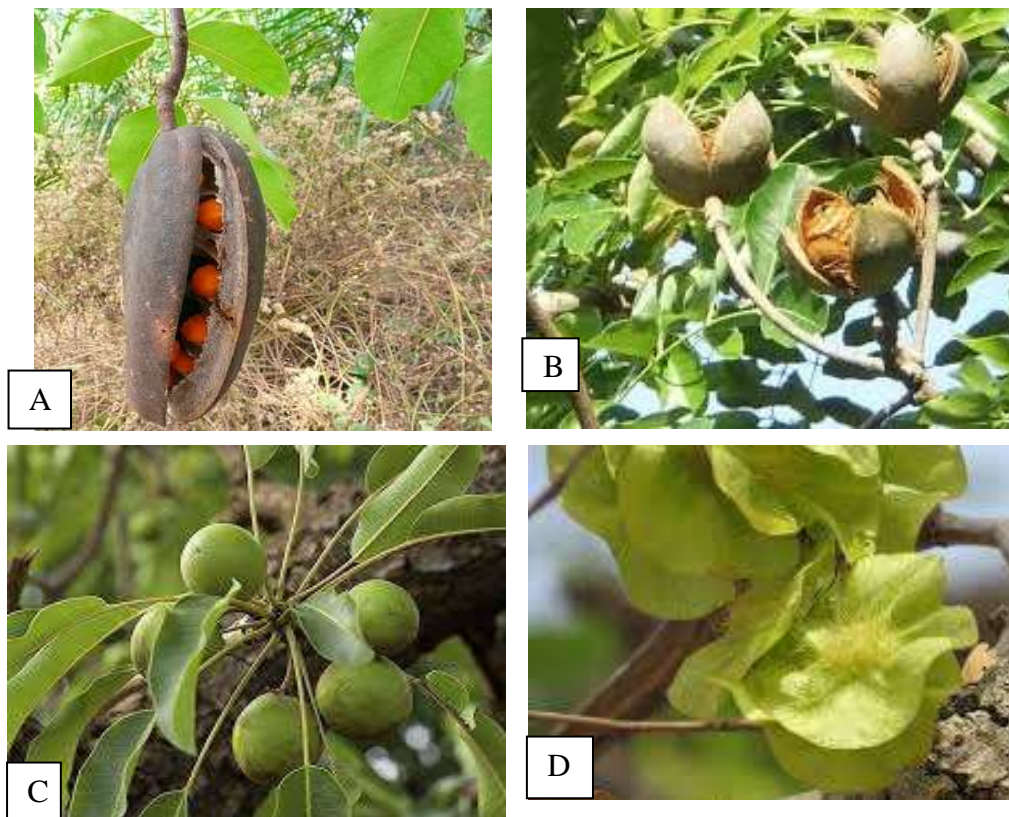


Figure 8 : Aperçu des organes des espèces inscrites sur la liste rouge de l'UICN recensées dans la zone d'étude

- A : Rameau portant un fruit ouvert avec des graines colorées de *Afzelia africana* Sm (Lingué)
- B : Rameau portant des feuilles et des fruits ouverts de *Khaya senegalensis* A. Juss. (Caïlcédrat)
- C : Rameau feuillé et fructifère de *Vitellaria paradoxa* C. F. Gaertn. (Karité)
- D : Rameau portant des fruits ailés de *Pterocarpus erinaceus* Poir. (Bois de Ven)

Peuplements des espèces menacées d'extinction recensés dans la zone d'étude : Dans les 10 points d'échantillonnage, le nombre d'individus des espèces menacées dénombrés varie de 0 à 23 (Tableau 2 ; Figure 9). Les localités les plus peuplées sont Fonondara avec 23 individus ; Katieré avec 21 individus et Ponondougou avec 19 individus. A l'opposé, Mouhele compte 03 individus de ces espèces tandis que Fodio est la seule localité où nous n'avons pas rencontré d'espèce menacées (Tableau 2). Par ailleurs, les densités totales

des 4 espèces rencontrées dans la zone d'étude varient de 4 à 36 individus (Tableau III). *Afzelia africana* Sm. est la plus faiblement représentée avec 4 individus alors que *Vitellaria paradoxa* C. F. Gaertn. compte 36 individus. *Khaya senegalensis* (Desv.) A. Juss. et *Pterocarpus erinaceus* Poir. sont représentées, respectivement, par 15 et 21 individus (Tableau 3). Cependant, l'analyse statistique montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les valeurs moyennes des densités de ces espèces menacées rencontrées dans la zone d'étude.

Tableau 2: Nombres d'individus des quatre espèces menacées d'extinction dénombrés dans la zone d'étude

Espèces	Statuts UICN	Fodio	Fonondara	Katieré	Mouhele	Ponondougou	Ponondougou
<i>Afzelia africana</i> Sm.	VU	0	1	3	0	0	0
<i>Khaya senegalensis</i> (Desv.) A. Juss.	VU	0	1	12	0	0	2
<i>Pterocarpus erinaceus</i> Poir.	EN	2	8	2	0	0	9
<i>Vitellaria paradoxa</i> C. F. Gaertn.	VU	8	13	4	3	0	8
Totaux		10	23	21	3	0	19

EN : Danger de disparition VU : Vulnérable

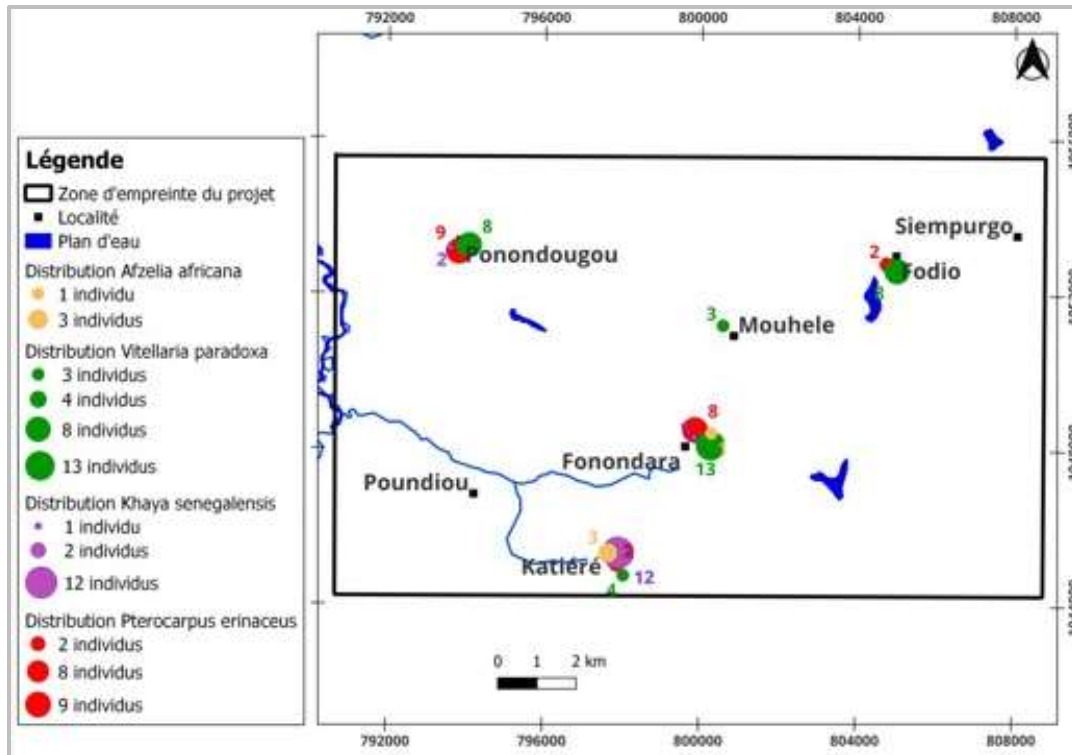


Figure 9 : Carte de distribution des individus des espèces menacées de disparition dans les sites d'échantillonnage de la zone d'étude

Tableau 3 : Densités totales et moyennes des quatre espèces menacées d'extinction rencontrées dans la zone d'étude

Densité	<i>Afzelia africana</i> Sm.	<i>Khaya senegalensis</i> (Desv.) A. Juss	<i>Pterocarpus erinaceus</i> Poir.	<i>Vitellaria paradoxa</i> C. F. Gaertn.	Valeurs statistique
Total	4	15	21	36	F=5.88
Moyennes	0,67±1,21 ^a	2,50±4,72 ^a	3,50±3,99 ^a	6,00±4,60 ^a	P=0,21

F = Test de décision de Fisher ; P= Probabilité ($\alpha = 5\%$). Les moyennes accompagnées des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au seuil de $\alpha = 5\%$.

Evaluation des impacts du projet sur les composantes de la flore et de la végétation : Durant les phases d'installation des équipements, d'exploitation et de production de minerais, les principales composantes de la flore et de la végétation seront plus ou moins impactées négativement (Tableau 4). *Afzelia africana* Sm. sera fortement impactée car elle n'est représentée que par quatre individus dans la zone d'étude

contrairement aux trois autres espèces qui sont représentées par des nombres d'individus relativement élevés. La quasi-totalité des individus de cette espèce seront détruites car l'impact des différentes phases du projet est majeur. L'impact de ces activités est aussi majeur pour les forêts claires, les galeries forestières, les cultures pérennes et saisonnières (anacardiens et cotonniers) et associées et la végétation de l'empris.

Tableau 4: Evaluation des potentiels impacts du projet minier sur les principales composantes de la flore et de la végétation à travers l'intensité, la portée et la durée, pendant les phases d'exploitation, et de production de minerais.

Milieux cibles	Nature	Critères d'évaluation			Importance
		Intensité	Portée	Durée	
<i>Pterocarpus erinaceus</i> Poir. (Bois de Ven) avec un peuplement faible (21 individus) dans la zone d'étude	Négative	3	3	3	Majeur
<i>Afzelia africana</i> (Lingué) avec un peuplement très faible (04 individus) dans la zone d'étude	Négative	3	3	3	Majeur
<i>Khaya senegalensis</i> (Desv.) A. Juss. (Caïlcédrat) et <i>Vitellaria paradoxa</i> C. F. Gaertn. (Karité) avec des peuplements relativement moyens dans la zone d'étude	Négative	1	1	1	Mineur
Forêts claires et galeries forestières	Négative	3	3	3	Majeur
Cultures pérennes et saisonnières (anacardières et cotonniers) et associés	Négative	3	3	3	Majeur
Végétation de l'emprise	Négative	3	3	3	Majeur

DISCUSSION

Les galeries forestières sont les formations végétales qui renferment plus d'espèces dans la zone d'étude. Cette forte richesse spécifique pourrait s'expliquer par la résilience de ce biotope aux feux de brousse qui constituent une importante menace pour les formations végétales, les espèces ligneuses et les herbacées les plus vulnérables, dans les savanes Sub-soudanaises et Soudanaises (Kouadio *et al.*, 2016 ; Kouadio *et al.*, 2020). Les cultures (annuelles et pérennes) sont, de façon générale, installées à proximité des galeries forestières à cause de l'humidité qu'elles renferment et de la fertilité du sol. En effet, l'on a observé que la majorité des espèces recensées dans ces milieux appartiennent à la famille des Fabaceae. Cela permet de penser que les galeries forestières constitueraient des refuges pour les Leguminosae et les espèces menacées, dans le Nord de la Côte d'Ivoire. Ce habitat joue un rôle de conservation

comparativement aux aires protégées et aux forêts classées dans les zones phytogéographiques guinéennes, dans le Sud du pays (Konan *et al.*, 2015). Les galeries forestières enregistrent le plus grand nombre d'espèces en ce sens qu'elles sont le plus souvent préservées par les populations locales, car elles abritent des points d'eau nécessaire pour l'irrigation des cultures maraichères, des rizières ou pour abreuver le bétail, selon les travaux de Kouadio *et al.* (2016) et Kouadio et Ouattara (2019). Elles ont une importance écologique capitale tant au niveau de la diversité floristique qu'au niveau de la séquestration de carbone. Elles jouent un rôle important dans la régulation climatique dans la zone d'étude. Une liste de 167 espèces végétales a été inventoriée dans l'ensemble de la zone d'étude. Cette richesse floristique relativement faible est due aux effets des activités humaines (agriculture, production de charbons) et le nombre limité

de sites d'échantillonnage En effet, les activités humaines sont à la base de cette faible richesse floristique car le mode d'agriculture pratiquée par les populations qui est l'agriculture itinérante sur brulis est dévastatrice de la végétation et donc de la flore. Aussi la végétation de la zone d'étude est dominée par la présence remarquable de quelques espèces la rendant moins riche floristiquement, il s'agit de *Cassia sieberiana* DC., *Crossopteryx febrifuga* (G. Don) Benth., *Detarium microcarpum* Guill. & Perr., *Hyptis lanceolata* Poir., *Hyptis suaveolens* (L.) Poit., *Vachellia nilotica* (L.) P.J.H. Hurter & Mabb. Cette observation a été relevée par Kouadio *et al.* (2020) et Amani (2021) au cours de leurs travaux. Par ailleurs, la faible richesse spécifique des jachères jeunes pourrait s'expliquer par l'abattage de la majorité des ligneux lors de la mise en valeur des parcelles et aussi de l'intensité des activités agricoles sur les mêmes espaces (cultures de coton, maïs, riz pluviale et sorgho). Les espèces épargnées pendant la mise en place des cultures sont : *Afzeli africana* Sm., *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth.; *Daniellia oliveri* Hutch. & Dalz.; *Adansonia digitata* Linn.; *Vitellaria paradoxa* C. F. Gaertn. et *Khaya senegalensis* (Desv.) A. Juss., pour leurs différents usages (alimentation de bétails, commercialisation des fruits ou médicinale). Sur l'ensemble des espèces végétales inventoriées, seulement 4 soit 0,24 % ont été identifiées comme espèces menacées d'extinction de la flore ivoirienne. Ce faible nombre est probablement lié aux effets des feux dévastateurs et de la forte anthropisation des formations végétales savanicoles. En effet, la raréfaction de ces espèces est, certainement, due à la forte réduction des habitats liée principalement aux activités agricoles et les exploitations minières, vue leur impact négatif sur les principales composantes floristiques. Aussi,

l'exploitation commerciale importante et incontrôlée couplée d'une régénération naturelle faible de celles-ci continuerait un facteur de raréfaction et d'extinction pour ces espèces menacées (Konan, 2016 ; Ouattara *et al.*, 2019 ; Kouadio *et al.*, 2020). Parmi les quatre espèces menacées d'extinction identifiées dans la zone d'étude, *Afzeli africana* Sm. sera la plus impactée contrairement aux trois autres espèces (*Khaya senegalensis* A. Juss., *Pterocarpus erinaceus* Poir. et *Vitellaria paradoxa* C. F. Gaertn.). En effet, *Afzeli africana* Sm. est faiblement représentée ; l'on a rencontré seulement quatre individus dans tout le permis d'exploitation inventorié du projet minier Fonondara. La rareté de cette espèce est probablement liée aux différents usages qu'en font les populations riveraines de la zone d'étude. Non seulement la plante est utilisée comme bois d'œuvre dans l'ameublement, mais aussi utilisée comme plante fourragère pour l'alimentation du bétail. Les résultats de cette étude corroborent ceux obtenus par Kouadio *et al.* (2016), au cours des travaux réalisés sur les caractérisations de la flore et de la végétation dans le Projet d'exploitation de la Mine d'Or de Sissengué (Tengréla) en Côte d'Ivoire. La végétation de l'emprise, d'une manière générale, sera fortement impactée pendant la réalisation des différentes phases de l'exploitation minière. En effet, cette végétation subira des destructions et dégradations massives dues aux travaux de décapage et d'ouverture des trouées d'exploitation. Ainsi des formations végétales telles que les forêts claires, les galeries forestières, les fourrés marécageux et rupicoles seront très endommagés, si les normes standards d'exploitation minière ne sont pas rigoureusement respectées (Kouadio *et al.*, 2016 ; Kouadio *et al.*, 2019 ; Kouadio, 2020).

CONCLUSION ET APPLICATION DES RESULTATS

L'étude a permis d'identifier une grande diversité de formations végétales dans la zone d'étude telles que les forêts, les savanes, les fourrés et la végétation anthropisée. L'inventaire réalisé dans ces différentes formations végétales a permis de recenser des espèces végétales ligneuses, lianescentes et herbacées. Parmi ces espèces, quatre ont été identifiées comme menacées d'extinction de la flore ivoirienne dont une (01) espèce classée en danger de disparition et trois (03) qualifiées de vulnérables par l'UICN. Durant les différentes phases d'activités du projet, les potentielles composantes de la végétation et de la flore, les espèces menacées d'extinction, la forêt claire, les galeries

forestières, les cultures pérenne et saisonnière (anacardiens et cotonniers) et associés et la végétation naturelle de l'emprise seront plus ou moins impactées négativement. Pour minimiser la destruction des individus des espèces menacées d'extinction, il serait souhaitable de respecter rigoureusement les normes standards d'exploitation minière en vigueur. De plus, il faudra créer des zones de biodiversité dans les galeries forestières, en vue de les reboiser avec des plants des espèces menacées d'extinction, notamment, ceux de *Afzelia africana* Sm. (Fabaceae) qui n'est seulement représentée que par quatre individus, dans toute la zone d'étude.

REMERCIEMENT

Nous adressons nos sincères remerciements aux Responsables du bureau d'études ENVINOVA pour avoir accepté de financer la mission de collecte de données. Aussi, nous exprimons notre infinie gratitude au

Sous préfet de Siempurgo pour son implication en créant les contributions meilleures qui ont facilité les travaux de terrain dans les différentes localités visitées.

RÉFÉRENCES

- Aké Assi L, 2001. Flore de la Côte d'Ivoire 1, catalogue, systématique, biogéographie et écologie. Genève, Suisse : Conservatoire et Jardin Botanique de Genève ; Boisseria 57, 396 pages.
- Aké Assi L, 2002. Flore de la Côte d'Ivoire 2, catalogue, systématique, biogéographie et écologie. Genève, Suisse : Conservatoire et Jardin Botanique de Genève ; Boisseria 58, 441 pages.
- Amani K D S S, 2021. Etude floristique, importance sociale et essai de domestication des espèces à potentialité décorative du secteur subsoudanais de la Côte d'Ivoire. Thèse de doctorat de l'Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY, UFR Biosciences, Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY, Cocody-Abidjan, Abidjan, Côte d'Ivoire, 169 pages.
- APG IV, 2016. An update of the Angiosperm Phylogen Group classification for the orders and families of flowering plants. Botanical Journal of the Linnean Society, 181: 1-20.
- Konan D, 2016. Etude de la dynamique floristique, structurale et du potentiel germinatif du stock semencier du sol de la forêt classée de yapo abbé : contribution pour une gestion durable des forêts classées de la Côte d'Ivoire. Thèse Unique, UFR des Sciences de la Nature, Université Nangui Abrogoua, Abidjan, Côte d'Ivoire, 217 pages.
- Konan D, Bakayoko A, Tra bi FH, Bitignon BGA, PIBA SC, 2015. Dynamisme de

- la Structure diamétrique du peuplement ligneux des différents biotopes de la forêt classée de Yapo-Abbé, Sud de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 94 : 8869-8879.
- Kouadio K, 2020. Rapport scientifique d'Etude d'Impact Environnementale et Sociale : Caractérisation de l'état initial de la flore et de la végétation des emprises des tracés de l'électrification rurale des localités de Korhogo 3, UFR Biosciences, Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY, Cocody-Abidjan, Abidjan, Côte d'Ivoire, 36 pages.
- Kouadio K, Dibi NH, Kpangui KB, Assi YJ, 2016. Rapport scientifique d'Etude d'Impact Environnementale et Sociale : Projet d'exploitation de la Mine d'Or de Sissengué (Tengréla), UFR Biosciences, Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY, Cocody-Abidjan, Abidjan, Côte d'Ivoire, 66 pages.
- Kouadio K et Ouattara SFP, 2019. Rapport scientifique d'Etude d'Impact Environnementale et Sociale : Caractérisation de la flore et de la végétation du tracé du fil 225 KV (Kouto-Tengréla), UFR Biosciences, Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY, Cocody-Abidjan, Abidjan, Côte d'Ivoire, 40 pages.
- Monssou EO, Vroh BTA, Goné Bi ZB, Adou Yao CY, 2016. Évaluation de la Diversité et estimation de la biomasse aérienne des Arbres du Jardin Botanique de Bingerville (District d'Abidjan, Côte d'Ivoire). *European Scientific Journal*, 12 (6): 185-201.
- Ouattara SFP, Kouadio K, Soro D, 2019. Diversité des espèces de Bois d'œuvre menacées de disparition de la flore de la Côte d'Ivoire, dans le massif forestier Yapo-Abbé. *European Scientific Journal*, Vol.15, No.36: 213-229.
- Silué PA, 2018. Étude de la flore, de la dynamique de la végétation et Essai de germination de trois espèces couramment exploitées des forêts classées de la Palé et de Pouniakélé, dans la région de la Bagoué (Nord-Ouest Côte d'Ivoire). Thèse de doctorat de l'Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY, UFR Biosciences, Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY, Cocody-Abidjan, Abidjan, Côte d'Ivoire, 202 pages.
- Timite N, 2023. Dynamique d'occupation du sol et techniques d'exploitations agricoles à la variabilité climatique dans la zone soudanienne de la Côte d'Ivoire. UFR Environnement, Université Jean LOROUGNON GUEDE de Daloa, Daloa, Côte d'Ivoire, 168 pages.
- Tuo FN, Kouao JK, Kouassi FA, Kone M, Bakayoko A, Bogaert J, 2017. Etude de la diversité, de l'endémisme et de la distribution spatiale des Rubiaceae de Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Science*, 11 (2): 777-797.
- UICN, 2022. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022.1. <www.iucnredlist.org.
- Yao NO, 2019. Dynamique et valeur écologique de la végétation dans le secteur Sub-Soudanais, Département de Dianra (Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat de l'Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY, UFR Biosciences, Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY, Cocody-Abidjan, Abidjan, Côte d'Ivoire, 202 pages.