

Étude de la végétation d'un canal artificiel de navigation soumis aux pressions anthropiques, la rivière Assinie, Côte d'Ivoire

Mévanly OUATTARA*, Marie - Solange TIÉBRÉ et Kouakou Edouard N'GUESSAN

*¹ Université Félix Houphouët-Boigny, UFR Biosciences, Laboratoire de Botanique,
22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire*

* Correspondance, courriel : mev.ouatt777@gmail.com

Résumé

Le canal artificiel de navigation d'Assinie conçu en 1957 pour le transport du bois, rend aujourd'hui de nombreux services aux populations riveraines. Malheureusement, à l'heure actuelle, ce patrimoine est soumis à d'intenses pressions anthropiques. Le présent travail se veut être une étude de base en vue de mettre en place une politique de gestion durable du canal et ses bandes riveraines. Nous avons analysé la flore et la végétation riveraine à travers le calcul des indices de diversité floristique des groupements végétaux et la détermination des espèces caractéristiques de ces groupements. L'analyse canonique de correspondance (ACC) a permis de discriminer 5 biotopes autour du canal. Il a été recensé 423 espèces végétales réparties en 292 genres et 91 familles. L'analyse factorielle de correspondance (AFC) combinée à la classification ascendante hiérarchique (CAH) et l'analyse des espèces indicatrices par la méthode IndVal ont permis d'identifier 15 groupements végétaux, présentant une richesse floristique qui varie entre 4 et 114 espèces. L'indice de diversité de Shannon à l'intérieur de ces groupements est compris entre 0,94 et 4,15. L'indice d'équitabilité de Pielou varie entre 0,52 et 0,89. La forte présence des herbes et des lianes au sein de ces groupements traduit une réelle fragilisation des bandes riveraines du canal d'Assinie. Il devient donc urgent d'insister sur la mise en place de stratégies de protection et de gestion durable du canal.

Mots-clés : *diversité floristique, végétation aquatique et riveraine, canal de navigation.*

Abstract

Study of the vegetation of an artificial canal of navigation subjected to anthropogenic pressures, the river Assinie, Côte d'Ivoire

The artificial navigation canal of Assinie built in 1957 for the transport of wood, provides now many services to the riparian populations. Unfortunately, at present, this heritage is subject to intense anthropogenic pressures. This work was carried out as a basic study with a view to implementing a sustainable management policy of the canal and its riparian habitats. We analyzed the flora and riparian vegetation through the calculation of the indices of floristic diversity of the plant communities and the determination of the characteristic species of these communities. The canonical correspondence analysis (CCA) allowed for discriminate 5 biotopes around the canal. There were identified 423 species distributed between 292 genera and 91 families. The factorial correspondence analysis (CA) combined with a hierarchical ascending classification and indicator species analysis (ISA) by the IndVal method were used for identify of 15 plant

communities, presenting a floristic richness which varies between 4 and 114 species. Shannon diversity index within these communities is between 0,94 and 4,15. Piélou evenness varies from 0,52 and 0,89. The high presence of herbaceous and liana species within plant communities, reflect a real weakness of the riparian habitats of the Assinie canal. It is therefore urgent to insist on the implementation of strategies for the protection and sustainable management of the canal.

Keywords : *floristic diversity, aquatic and riparian vegetation, navigation canal.*

1. Introduction

Fleuves et rivières sont depuis de longues périodes des espaces aménagés pour la navigation [1]. A ce réseau de voies navigables naturelles, s'ajoutent de nombreux canaux creusés par l'homme pour assurer également le transport des personnes et des marchandises [2]. Un canal conçu pour la navigation constitue un écosystème qui, bien qu'artificiel, peut présenter un intérêt écologique manifeste. Sa végétation riveraine assure de nombreuses fonctions physiques et biologiques [3]. Elle possède également des valeurs socioculturelles dont l'importance est de plus en plus reconnue [4]. Vu leur importance multifonctionnelle, les canaux, fleuves navigables et leurs bandes riveraines ont fait l'objet de nombreuses études dans le monde, notamment en Europe [5, 6] et en Amérique [2, 7]. En Afrique, particulièrement en Côte d'Ivoire, plusieurs travaux réalisés dans les zones humides ont porté sur la flore et la végétation des mangroves [8, 9], des forêts marécageuses [10, 11], des plans d'eau d'origine naturelle [12, 13]. De rares études sur la végétation ont été orientées vers les cours d'eau d'origine artificielle comme le canal de navigation d'Assinie. Situé à l'Est du littoral, ce canal constitue une voie navigable entre les lagunes Ebrié et Aby. Cet ouvrage a été conçu pour le transport du bois qu'on acheminait vers le nouveau port d'Abidjan [14]. De nos jours, le canal est délaissé au profit de la voie routière. L'entrée de cette rivière artificielle située dans l'estuaire du fleuve Comoé à Grand-Bassam, a fait l'objet d'études consacrées à l'hydrologie [15], l'hydro-sédimentologie [16, 17], l'hydrodynamique [18], l'hydrochimie [19], la macrofaune benthique [20], la faune piscicole [21] et la flore aquatique [22]. Toutes ces études ont mis en évidence l'intérêt écologique que revêt cette zone estuarienne.

Ces études ont aussi montré que le canal est confronté au phénomène d'ensablement, d'encombrement de son plan d'eau par les végétaux aquatiques envahissants et au problème de régression des mangroves [22]. Alors que les écosystèmes de mangroves revêtent une grande importance pour les activités socio-économiques et pour la conservation de la diversité biologique [23, 24]. La destruction abusive des mangroves à la recherche de palétuviers *Rhizophora racemosa* (Rhizophoraceae) utilisés comme bois de chauffe par les populations locales [25] a pour conséquence le déboisement excessif des rives de la zone estuarienne. Ainsi, dans le cadre de cette étude, contrairement aux études antérieures, nous nous sommes intéressés à la flore et à la végétation aquatique et riveraine du canal. La végétation riveraine d'un cours d'eau possède plusieurs fonctions écologiques. Les bandes riveraines des cours d'eau sont des milieux particuliers, à la frontière entre les milieux terrestre et aquatique. Elles sont donc à l'origine d'une diversification des habitats aquatiques [26]. Elles constituent un habitat, source de nourriture de plusieurs espèces végétales et animales [27]. La présence de la végétation riveraine constitue également un rempart contre l'érosion et permet de maintenir la capacité d'écoulement des eaux [28]. Les forêts riveraines possèdent de grandes capacités de dépollution, notamment des eaux provenant des cultures adjacentes [29, 30]. Les bandes riveraines composées d'arbres ont aussi le potentiel de séquestrer une grande quantité de dioxyde de carbone [31]. Les forêts en bordure des cours d'eau ont une grande fonction esthétique et sociale. Elles représentent des milieux privilégiés pour la promenade, la récréation et les activités artistiques. Par leur ombrage, elles empêchent l'ensoleillement excessif du plan d'eau [32]. Malheureusement, à l'heure actuelle,

tout le long du canal d'Assinie est soumis à des pressions anthropiques très marquées, notamment la destruction progressive de son couvert végétal due à la coupe du bois de chauffe, la présence de cultures maraîchères et l'extraction du sable sur ses rives. Cette situation de recul des bandes riveraines accentue la sédimentation du lit du canal et la dégradation de la qualité de ses eaux, puisque c'est la végétation riveraine qui permet de contrôler le ruissellement, de stabiliser la surface du sol et d'intercepter ou d'emmagasiner les sédiments par l'entremise des racines des arbres [30]. Vu l'intérêt écologique, social, culturel et économique du canal de navigation artificiel d'Assinie, il devient urgent d'insister sur la nécessité de maintenir la qualité des eaux de cette voie d'eau. Selon [28], de la qualité des milieux aquatiques, dépendent de nombreux services rendus à la société. Alors que jusqu'à présent, la végétation riveraine qui joue un rôle important dans le maintien de la qualité des eaux du canal, n'a jamais fait l'objet d'un recensement complet. A cet effet, la connaissance de la diversité végétale des bandes riveraines devrait donc représenter un objectif prioritaire d'intervention. Etant donné que la connaissance de la diversité floristique et l'analyse des groupements végétaux des bandes riveraines sont un préalable indispensable à la mise en œuvre d'une gestion cohérente et intégrée des cours d'eau [33], la présente étude se fixe pour objectif principal de contribuer à une meilleure connaissance de la flore et de la végétation aquatique et riveraine du canal d'Assinie. De façon spécifique, cette étude porte sur l'analyse de la richesse floristique, la caractérisation de la diversité spécifique des groupements végétaux et l'identification de leurs espèces caractéristiques.

2. Méthodologie

2-1. Site d'étude

Le canal d'Assinie est situé dans la zone du littoral Est de la Côte d'Ivoire. Long de 48 kilomètres, il relie les communes de Grand-Bassam et d'Assinie Mafia, localisées dans la région du Sud-Comoé entre 2°70' et 3°88' de longitude Ouest et 5°08' et 6°26' de latitude Nord. La zone étudiée couvre les Départements de Grand-Bassam, de Bonoua et d'Adiaké. La végétation de la région (*Figure 1*) appartient au secteur littoral du domaine guinéen [34], caractérisée par la présence des forêts sempervirentes, des forêts littorales, des fourrés littoraux, des forêts marécageuses, des mangroves bordant les lagunes Ebrié et Aby. Le climat de la région d'étude est caractérisé par l'abondance des précipitations (comprises entre 1800 mm et 2000 mm par an). On y rencontre un relief caractérisé par la présence de hauts et de bas plateaux, ainsi que des cordons littoraux aux côtes sableuses. Notre étude n'a pris en compte que le tracé artificiel du canal d'Assinie, dénommée la rivière Assinie, qui s'étend de Grand-Bassam dans le secteur estuarien du fleuve Comoé jusqu'au village d'Assouindé.

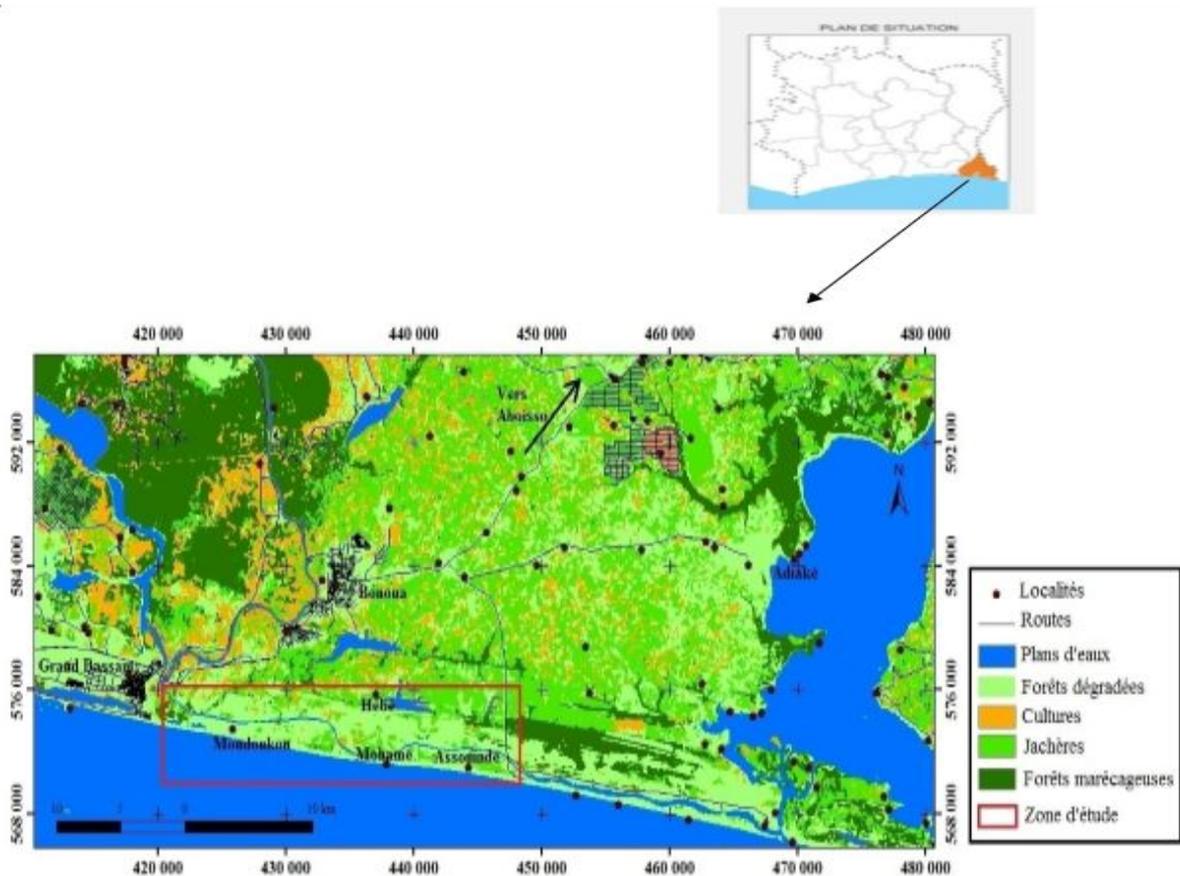


Figure 1 : Localisation et type d'occupation des terres de la zone d'étude dans le Sud-est de la Côte d'Ivoire

2-2. Échantillonnage

L'étude de la végétation ne pouvait pas être exhaustive étant donné la taille du canal d'Assinie. Ainsi, nous avons utilisé la méthode de [35]; laquelle consiste à découper le cours d'eau en segments d'environ 1 km de longueur, souvent délimités par des points facilement repérables (ponts, début d'une agglomération, etc.). Chaque segment est ensuite divisé en un certain nombre de stations. Les stations ont une longueur égale à 100 m. Au niveau de chaque station, les relevés ont été réalisés sur des surfaces floristiquement homogènes le long d'un transect traversant le milieu de la station et perpendiculaire au lit du canal. Dans la présente étude, la végétation riveraine désigne les différents types de formations végétales rencontrés dans le lit, sur les berges et les terres adjacentes du canal. Ainsi, le transect orienté du centre du plan d'eau vers la rive, permettra d'inventorier les espèces aquatiques, semi-aquatiques et terrestres des rives asséchées.

2-3. Collecte des données

Les inventaires floristiques et la collecte des données écologiques ont été réalisés suivant la méthode de relevés itinérants et la méthode des relevés de surface. Au total, 220 parcelles rectangulaires de superficies variables allant de 200 m² à 2500 m² ont été délimitées en fonction du type de formation végétale. À l'intérieur des parcelles, toutes les espèces présentes ont été notées avec leur coefficient d'abondance-dominance selon l'échelle classique de [36]. Afin de faciliter les inventaires dans les parcelles, des sous-parcelles de 10 m de côté ont été constituées. La nomenclature des espèces suivie dans cette étude est celle de [37, 38] utilisée par plusieurs botanistes [39, 40]. Concernant les paramètres mésologiques, le type de substrat a été déterminé (sol sableux, sol argileux, sol argilo-sablonneux). Le degré d'hydromorphie du sol a été estimé

suivant l'échelle proposée par [41] : 1 = hydromorphie faible, traduit un sol drainé, se ressuyant vite après les pluies ; 2 = moyen, sol ne se ressuyant pas vite après les pluies ; 3 = fort, sol périodiquement inondé restant longtemps saturé en eau après les pluies, 4 = permanent, sol saturé en eau même en dehors de la saison des pluies.

2-4. Analyse des données

Les données floristiques et mésologiques ont été soumises à l'ordination canonique des correspondances (ACC) avec le logiciel CANOCO (Canonical Community Ordination) [42] pour individualiser les principales formations végétales environnant le canal. Cette analyse a permis de déterminer les facteurs environnementaux, patrons de la répartition spatiale de la végétation. Les coefficients d'abondance-dominance de Braun-Blanquet ont été remplacés par ceux de Van Der Maarel [12]. L'analyse factorielle de correspondance (AFC) couplée à la classification ascendante hiérarchique (CAH), réalisée à l'aide du logiciel R version R-3.2.0.2, a permis de discriminer les groupements végétaux des différentes unités d'occupation des terres mises en évidence par l'ACC. Pour déterminer les espèces indicatrices de chaque groupement végétal, nous avons eu recours à la méthode IndVal [43]. Pour chaque groupe mis en évidence par les dendrogrammes, la valeur indicatrice ou IV de toutes les espèces s'y trouvant a été calculée avec le logiciel IndVal 2.0 [44]. Chaque groupement discriminé est nommé par les deux espèces caractéristiques qui présentent les plus fortes valeurs indicatrices. La diversité spécifique des groupements végétaux a été estimée sur la base de leur richesse floristique, des indices de diversité de Shannon (H) et d'équitabilité de Piélou (E), ainsi que du coefficient de similitude (Cs) de Sorensen. Ce coefficient évalue la ressemblance et estime la dissemblance entre deux formations végétales. Les expressions mathématiques des indices sont les suivantes : diversité de Shannon, $H' = - \sum p_i \times \ln p_i$ où p_i = proportion relative des i ème espèces dans une parcelle ; équitabilité de Piélou, $E = H' / \ln S$ où S désigne le nombre total d'espèces ; coefficient de similitude, $Cs = 2C / (A + B) * 100$ où A et B désignent respectivement le nombre d'espèces de deux relevés Y et Z, C correspond au nombre d'espèces communes aux listes Y et Z.

3. Résultats

3-1. Richesse floristique globale

L'ensemble de la flore aquatique et riveraine du canal est riche de 423 espèces végétales réparties en 292 genres et 91 familles, dont 205 espèces arborescentes (48,5 %), 104 espèces lianescentes (24,6 %) et 114 espèces herbacées (26,9 %). Les genres les plus représentés sont *Cyperus* (7 espèces), *Cassia*, *Ficus*, *Ipomoea*, *Leptoderis* (5 espèces). Plus de 90 % des genres sont représentés par une seule espèce. Les familles les plus dominantes en espèces (au moins 10 espèces) sont les Poaceae et les Rubiaceae (37 espèces chacune, soit 9%), les Fabaceae (33 espèces, soit 8 %), les Cyperaceae et les Euphorbiaceae (22 espèces chacune, soit 5 %), les Apocynaceae (17 espèces, soit 4 %), les Asteraceae et les Caesalpiniaceae (11 espèces chacune, soit 3 %) et les Moraceae (10 espèces, soit 2 %). De même, tous les groupements végétaux identifiés sont caractérisés par la prédominance de ces familles.

3-2. Gradients environnementaux et identification des formations végétales

A l'issue de l'analyse canonique de correspondance (ACC) dont les deux premiers axes du diagramme expliquent 58 % de la variance totale, cinq groupements floristiques ont été clairement discriminés (**Figure 2**). Le groupe 1 correspond à la végétation du lit du canal et renferme l'ensemble de toutes les parcelles réalisées

dans le lit. Le groupe 2 est composé majoritairement des parcelles effectuées au sein des forêts marécageuses. Le groupe 3 est constitué de tous les relevés effectués dans les fourrés aux abords du canal. Le groupe 4 est formé par les jachères et les plantations de cocotiers. Le groupe 5 renferme l'ensemble des parcelles de prairies. L'axe 1 qui traduit fortement un gradient d'humidité, sépare de son extrémité négative à son extrémité positive, respectivement les groupes (3 et 4) sur sol sableux drainé, se ressuyant vite après les pluies ; les groupes (2 et 5) où le sol argileux ou argilo-sablonneux est périodiquement inondé et le groupe 1 présent sur un sol permanemment inondé. La dispersion des parcelles s'est faite également selon l'axe 2 auquel est lié le type de formation végétale. Cet axe exprime donc un gradient de complexité structurale qui se traduit par les différentes formations végétales. Il discrimine du haut vers le bas la végétation du lit (G1), les forêts marécageuses (G2), les fourrés ripicoles (G3), les aires cultivées (G4) et les prairies marécageuses (G5).

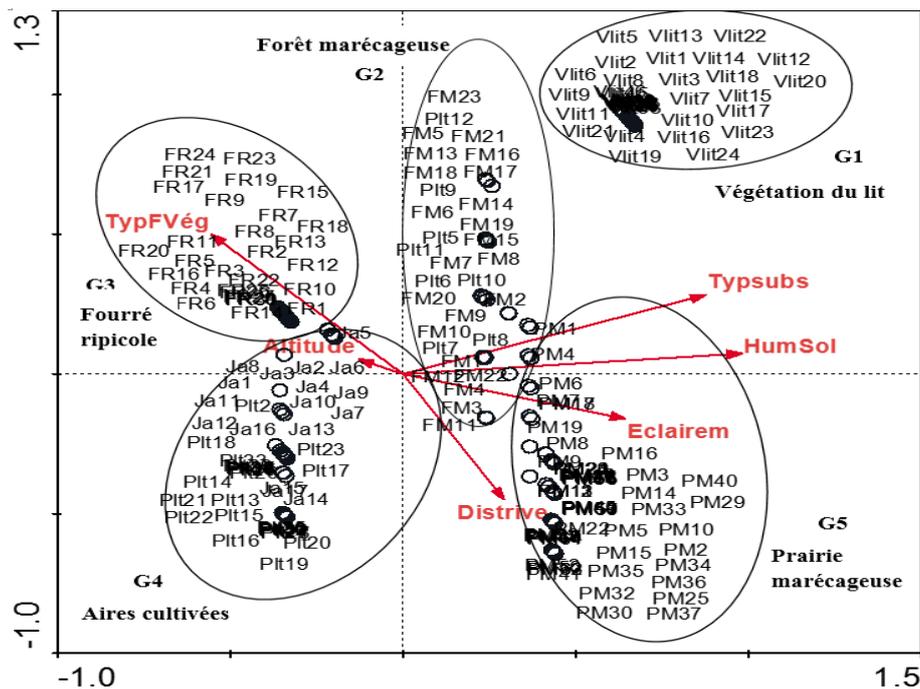


Figure 2 : Ordination des parcelles par l'Analyse Canonique de Correspondance (ACC). FR : Fourré ripicole ; FM : Forêt marécageuse ; PM : Prairie marécageuse ; Vlit : Végétation du lit ; Plt : Plantation de cocotiers ; Ja : Jachère ; HumSol : Humidité du sol ; Typsubs : Type de substrat ; Distrive : Distance de la rive ; TypFVég : Type de formation végétale

3-3. Caractérisation des groupements végétaux

3-3-1. Groupements végétaux du lit du canal

L'ordination et la classification hiérarchique reprenant tous les relevés du lit ont permis de distinguer 3 groupements (Figures 3 et 4). Le groupement à *Echhornia crassipes* et *Echinochloa pyramidalis*. Il correspond à la végétation flottante, colonisant le lit du canal. Les espèces caractéristiques sont des macrophytes envahissants les cours d'eau. Ce groupement est quelque fois monospécifique. *Echinochloa pyramidalis* est une espèce héliophyte. Elle s'est détachée des berges par le courant des eaux pour s'associer aux îlots flottants de *Echhornia crassipes*. Le groupement à *Nymphaea lotus* et *Acrostichum aureum*. C'est un groupement qui se développe dans les zones peu profondes du canal. L'espèce caractéristique *Nymphaea lotus* est une hydrophyte enracinée à feuilles étalées sur l'eau. Cette espèce préfère les substrats argileux et présente une tolérance assez grande à la salinité. Ce groupement végétal est remarquable par les touffes de

la grande fougère *Acrostichum aureum*. Celle-ci occupe les bordures du lit du canal, à la limite des tapis de *Nymphaea lotus*. Le groupement à *Dalbergia ecastaphyllum*. Il correspond à une végétation arbustive haute de 1 à 2 mètres, qui s'est développée dans le lit en plusieurs endroits le long du canal. A la suite des embâcles, *Dalbergia ecastaphyllum* s'installe sur les bancs de sables constitués dans le lit du canal. Ceci représente une des conséquences les plus marquantes du déboisement des rives du canal.

3-3-2. Groupements végétaux des prairies marécageuses

Trois groupements de prairies marécageuses ont été distingués (Figures 5 et 6) : Le groupement à *Commelina diffusa* et *Eleocharis variegata*, le groupement à *Cyperus rotundus* et *Fuirena umbellata* et le groupement à *Fuirena ciliaris* et *Pycnus lanceolatus*. Tous ces groupements correspondent aux prairies des dépressions marécageuses, rencontrées en arrière des fourrés ripicoles du canal.

3-3-3. Groupements végétaux des forêts marécageuses

Dans les forêts marécageuses, 3 groupements ont été discriminés (Figures 7 et 8) : Le groupement à *Raphia hookeri* et *Cyrtosperma senegalense*. *Raphia hookeri* est la principale espèce indicatrice de ce groupement avec un recouvrement compris entre 75 et 100 % dans les relevés, formant ainsi la raphiale. On les rencontre généralement dans les marécages situés à au moins une centaine de mètres de la voie d'eau du canal. *Aframomum danielli* et *Cyrtosperma senegalense* sont les espèces herbacées caractéristiques de ce groupement. Le groupement à *Cocos nucifera* et *Pycnus lanceolatus*. Il correspond aux plantations de cocotiers, plantées dans des endroits marécageux, en arrière des fourrés ripicoles. Les espèces caractéristiques telles *Ipomoea mauritiana*, *Pycnus lanceolatus*, *Cyperus haspan*, *Rhynchospora corymbosa* dominent la strate herbacée de ce groupement. Le groupement à *Nauclea xanthoxylon* et *Pterocarpus santalinoides*. La strate arborescente comprise entre 8 et 15 m, renferme exclusivement les espèces caractéristiques telles *Nauclea xanthoxylon* et *Pterocarpus santalinoides*. Ce groupement se rencontre sur les terres adjacentes à la rive du canal, situées dans les zones de bas-fonds, proches du secteur estuarien du fleuve Comoé. La strate arbustive de 3-8 m est dominée par les arbres *Cassipourea barteri*, *Antidesma venosum* et *Drepanocarpus lunatus*. Les espèces lianescentes caractéristiques de ce groupement sont *Psychotria elongato-sepala*, *Tetracera alnifolia*. La strate herbacée de 0-3 m de hauteur, comporte les espèces caractéristiques telles que *Typha australis*, *Cyperus articulatus*, *Ipomoea aquatica*, *Desmodium adscendens*.

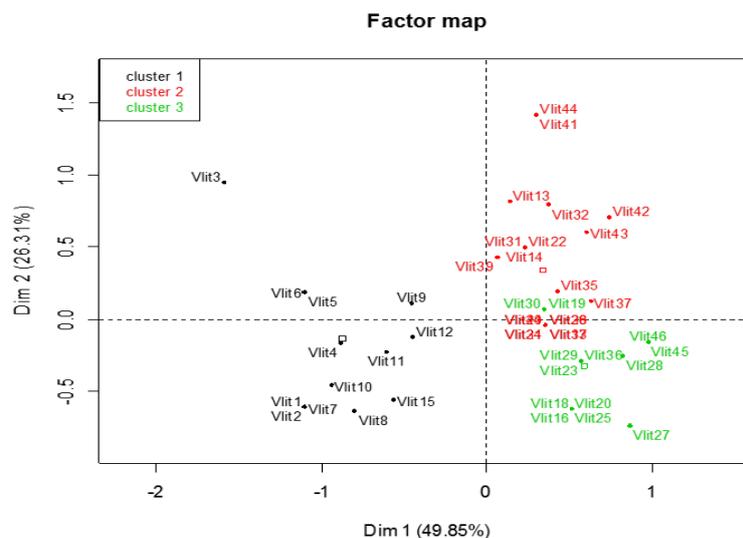


Figure 3 : Ordination des groupements végétaux du lit du canal par l'Analyse Factorielle de Correspondance (AFC)

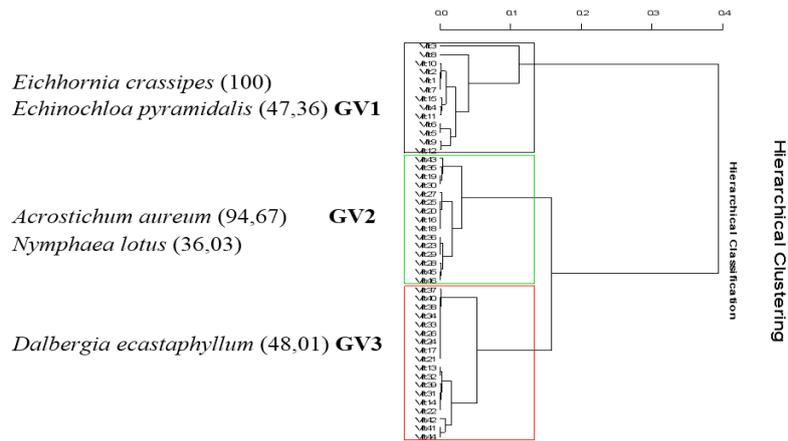


Figure 4 : Dendrogramme de la classification hiérarchique des relevés du lit du canal montrant les groupements végétaux, avec quelques espèces caractéristiques. GV = Groupement Végétal. Les chiffres entre parenthèses correspondent aux valeurs indicatrices des espèces

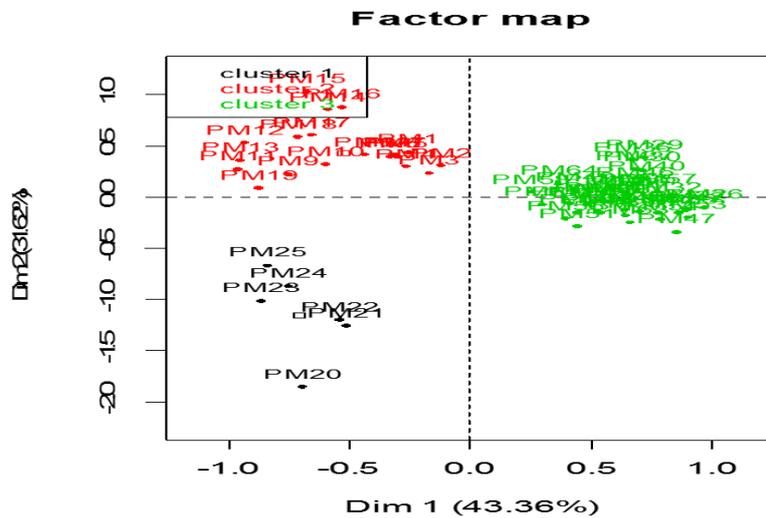


Figure 5 : Ordination des groupements végétaux des prairies marécageuses par l'Analyse Factorielle de Correspondance (AFC)

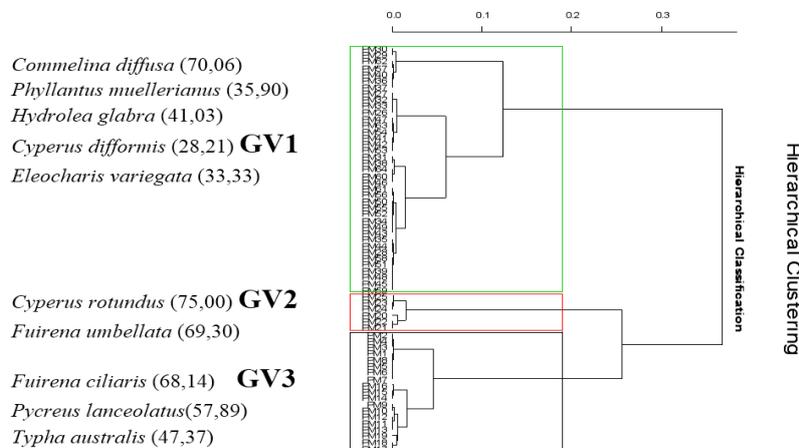


Figure 6 : Dendrogramme de la classification hiérarchique des relevés des prairies marécageuses montrant les groupements végétaux, avec quelques espèces caractéristiques

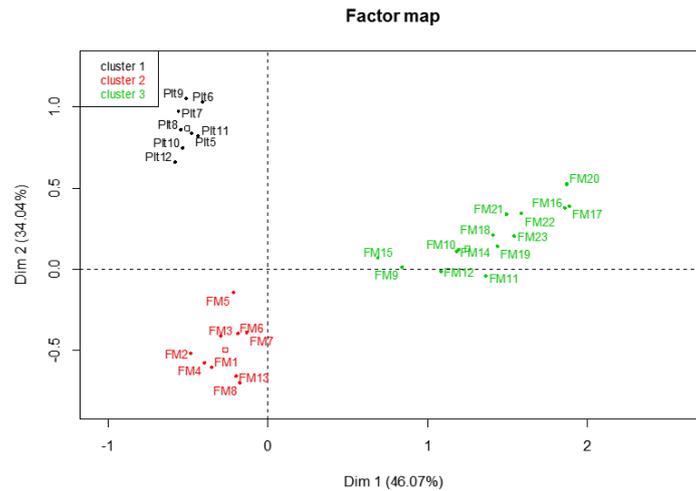


Figure 7 : Ordination des groupements végétaux des forêts marécageuses par l'Analyse Factorielle de Correspondance (AFC)

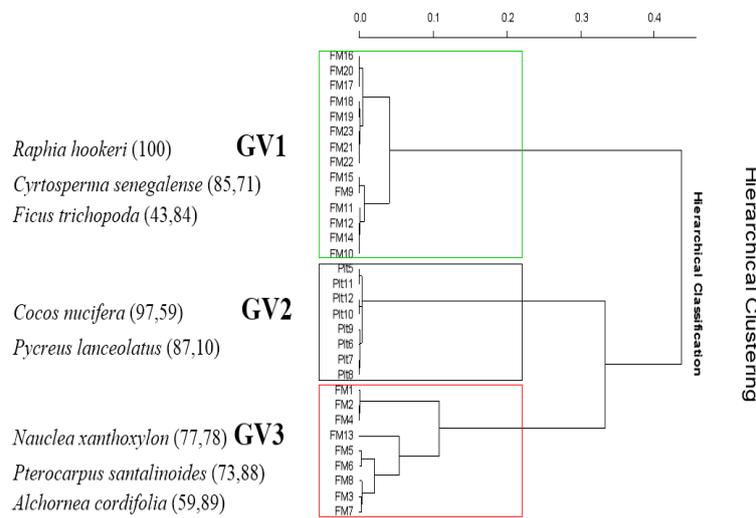


Figure 8 : Dendrogramme de la classification hiérarchique des relevés des forêts marécageuses montrant les groupements végétaux, avec quelques espèces caractéristiques

3-3-4. Groupements végétaux des fourrés ripicoles

Dans les fourrés ripicoles, 3 groupements ont été distingués (**Figures 9 et 10**) : Le groupement à *Chrysobalanus icaco* et *Rauvolfia vomitoria*. Il correspond à la végétation qui se développe sur les rives du canal sur un sol sableux marin, se ressuyant vite après les pluies. Il est caractérisé par des espèces ligneuses telles que *Chrysobalanus icaco*, *Rauvolfia vomitoria*, *Alchornea cordifolia*, *Baphia nitida*, *Cassipourea barteri*, *Dalbergia ecastaphyllum*. Ce groupement présente un aspect très dégradé. On y rencontre alors un large tapis herbacé caractérisé par les espèces telles *Oldenlandia corymbosa*, *Eragrostis ciliaris*, *Diodia rubricosa*, *Croton hirtus*. On y trouve abondamment des lianes telles que *Cassytha filiformis*, *Mimosa pudica*. Le groupement à *Acacia mangium* et *Harungana madagascariensis*. Il colonise les zones de reboisement des rives du canal. La strate arborescente est dominée par l'espèce plantée *Acacia mangium*. Les espèces ligneuses caractéristiques de ce groupement sont *Aidia genipiflora*, *Allanblackia floribunda*, *Deinbollia pinnata*, *Ixora brachypoda*, *Tetracera potatoria*. La strate herbacée est caractérisée par *Mariscus cylindristachyus*, *Oldenlandia affinis*. Le groupement à *Eugenia whytei* et *Napoleonaea vogelii*. Ce groupement se rencontre également sur les rives

en bordure du canal. Il présente une strate arborescente plus ou moins dense caractérisée par *Cuviera macroua*, *Eugenia whytei*, *Diospyros ferrea*, *Carpolobia lutea*, *Gaertnera paniculata*, *Macaranga barteri*. On y rencontre également des lianes telles que *Leptoderris fasciculata*, *Morinda longiflora*, *Melanthera scandens*, *Uvaria tortilis*.

3-3-5. Groupements végétaux des aires cultivées

Dans les aires cultivées, 3 groupements végétaux ont été également individualisés (**Figures 11 et 12**) : Le groupement à *Sporobolus pyramidalis* et *Digitaria horizontalis*. Il correspond à un groupement végétal post-cultural rencontré sur les rives du canal. Les espèces de Poaceae caractéristiques de cette jachère telles *Sporobolus pyramidalis*, *Digitaria horizontalis*, *Axonopus compressus*, *Cynodon dactylon*, *Panicum subalbidum*, *Setaria longisetata*, constituent une importante strate herbacée. On y trouve une strate arbustive avec un taux de recouvrement estimé à environ 25 %. Cette strate est dominée par les espèces caractéristiques telles *Alchornea cordifolia*, *Dalbergia ecastaphyllum*, *Acacia mangium*. Le groupement à *Imperata cylindrica* et *Manihot esculenta*. Il s'agit des cultures de *Manihot esculenta* récemment abandonnées, que l'on retrouve sur les rives du canal au détriment des fourrés ripicoles. Ce groupement possède une strate herbacée composée d'espèces caractéristiques telles *Imperata cylindrica*, *Andropogon auriculatus*, *Rhynchospora rubra*. La strate arbustive peu couvrante renferme des espèces d'arbustes telles *Cassipourea barteri*, *Diospyros ferrea*, *Rauvolfia vomitoria*, *Manihot esculenta*, *Ixora brachypoda*, ainsi que des lianes telles que *Leptoderris brachyptera*, *Leptoderris cyclocarpa*. Le groupement à *Cocos nucifera* et *Waltheria indica*. Il correspond aux plantations de cocotiers, érigées sur les terres fermes adjacentes au canal, en arrière des fourrés ripicoles. La strate arborescente est exclusivement représentée par *Cocos nucifera*. Le sous-bois de ces cocoteraies est caractérisé par *Isonema smeathmannii*, *Newbouldia laevis*. L'espèce indicatrice *Waltheria indica* domine la strate herbacée fortement couvrante sur un sol sableux marin.

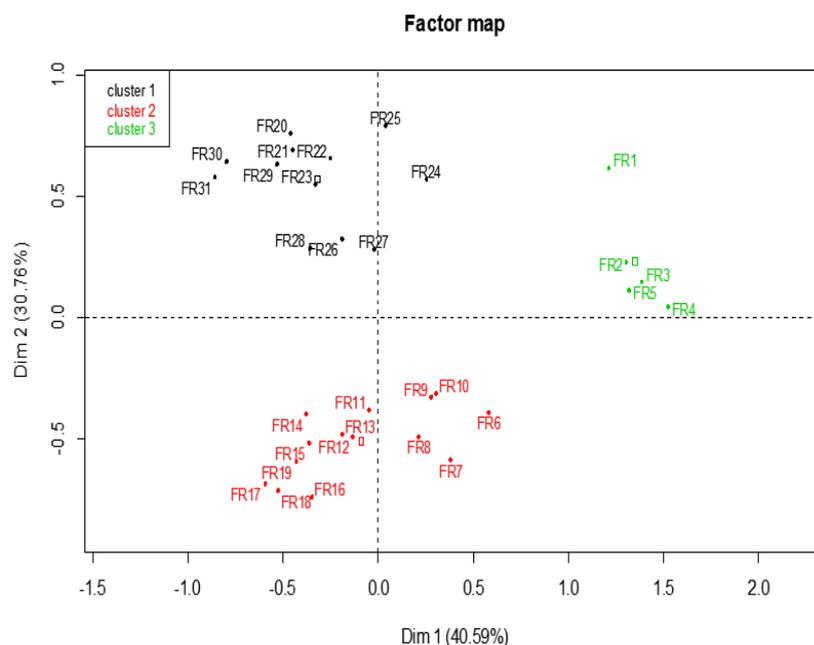


Figure 9 : Ordination des groupements végétaux des fourrés ripicoles par l'Analyse Factorielle de Correspondance (AFC)

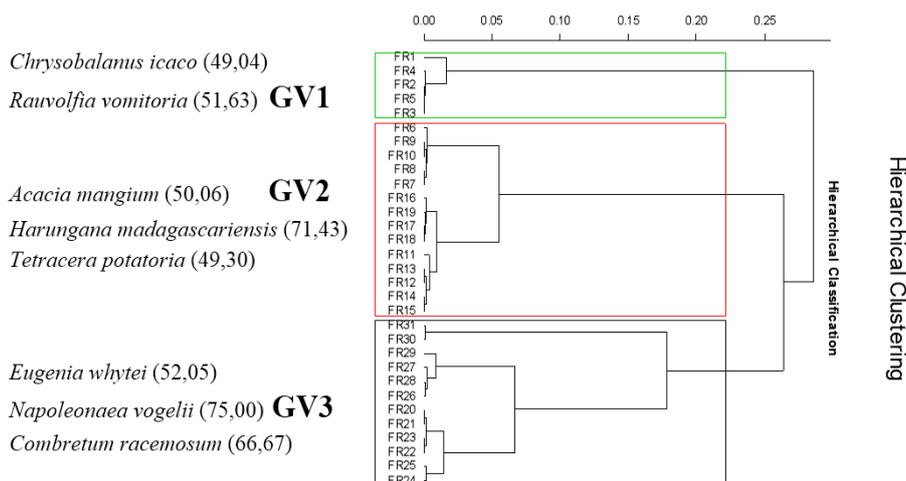


Figure 10 : Dendrogramme de la classification hiérarchique des relevés des fourrés ripicoles montrant les groupements végétaux, avec quelques espèces caractéristiques

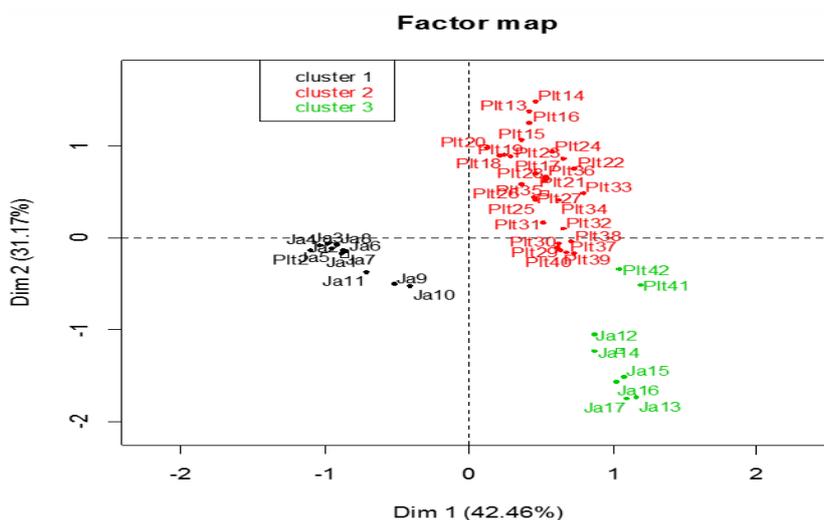


Figure 11 : Ordination des groupements végétaux des aires cultivées par l'Analyse Factorielle de Correspondance (AFC)

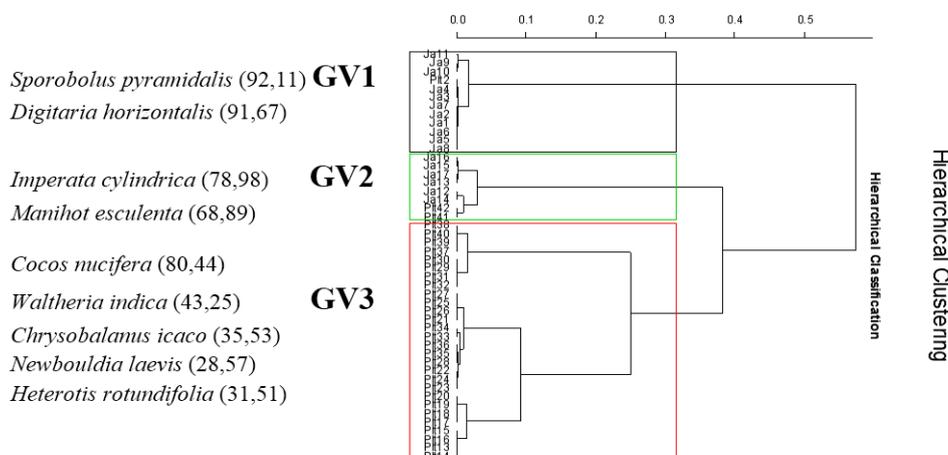


Figure 12 : Dendrogramme de la classification hiérarchique des relevés des aires cultivées montrant les groupements végétaux, avec quelques espèces caractéristiques

3-4. Richesse et diversité floristique des groupements végétaux

Tous les 15 groupements végétaux identifiés dans la végétation aquatique et riveraine du canal présentent une richesse spécifique qui varie de 4 à 114 espèces (**Tableau 1**). La jachère à *Sporobolus pyramidalis* et *Digitaria horizontalis* et le fourré ripicole à *Acacia mangium* et *Harungana madagascariensis* sont les groupements les plus riches en espèces, comportant respectivement 114 et 108 espèces. Le groupement à *Dalbergia ecastaphyllum* évoluant dans le lit du canal est le moins diversifié avec 4 espèces. Si l'on tient compte des biotopes forestiers, les forêts marécageuses sont les moins riches avec un cortège floristique de 104 espèces. Plus spécifiquement, la raphiale, correspondant au groupement à *Raphia hookeri* et *Cyrtosperma senegalense* est le plus pauvre avec 34 espèces. Au niveau de la diversité spécifique, les valeurs d'indice de Shannon permettent de scinder les groupements végétaux en 3 classes : la première classe correspond aux groupements végétaux à faibles valeurs de l'indice de Shannon, qui varient entre $H' = 0,94$ et $H' = 2,87$ (**Tableau 1**). Les plus faibles valeurs sont observées dans les groupements du lit du canal. Le groupement à *Acrostichum aureum* et *Nymphaea lotus* est le moins diversifié avec $H' = 0,94$. Dans les marécages, la raphiale est le groupement le moins diversifié avec $H' = 1,82$.

Sur les berges et terres fermes adjacentes au canal, la jachère à *Imperata cylindrica* et *Manihot esculenta* et la cocoteraie à *Cocos nucifera* et *Waltheria indica* sont les moins diversifiés avec respectivement $H' = 2,64$ et $H' = 2,68$. La deuxième classe renferme les groupements à valeurs moyennes de l'indice de Shannon, compris entre $H' = 3,15$ et $H' = 3,8$. Il s'agit de la prairie marécageuse à *Fuirena ciliaris* et *Pycnus lanceolatus*, du fourré ripicole à *Chrysobalanus icaco* et *Rauvolfia vomitoria* enregistrant chacun une valeur de l'indice de Shannon de l'ordre de $H' = 3,15$, puis de la forêt marécageuse à *Nauclea xanthoxylon* et *Pterocarpus santalinoides* ($H' = 3,66$) et du fourré ripicole à *Eugenia whytei* et *Napoleonaea vogelii* ($H' = 3,8$). La troisième classe comprend le fourré ripicole à *Acacia mangium* et *Harungana madagascariensis* et la jachère à *Digitaria horizontalis* et *Sporobolus pyramidalis*, possédant des valeurs élevées d'indice de Shannon, respectivement de l'ordre de $H' = 4,15$ et $H' = 4,13$. Pour ce qui est de l'indice d'équitabilité de Piélou, de faibles valeurs ont été observées pour le groupement à *Raphia hookeri* et *Cyrtosperma senegalense* ($E = 0,52$), le groupement à *Acrostichum aureum* et *Nymphaea lotus* ($E = 0,58$), le groupement à *Cocos nucifera* et *Waltheria indica* ($E = 0,63$) et le groupement à *Cocos nucifera* et *Pycnus lanceolatus* ($E = 0,69$). Tous les autres groupements végétaux dont l'indice de Piélou varie entre $E = 0,72$ et $E = 0,89$ présentent une bonne équitabilité dans la répartition des espèces (**Tableau 1**).

Tableau 1 : Indices de diversité floristique des différents groupements végétaux

Unités d'occupation des terres	Topographie	Groupements Végétaux	Richesse floristique	H'(Indice Shannon)	E (Indice Pielou)	Espèces caractéristiques (les chiffres entre parenthèses correspondent à la valeur indicatrice (IV) des espèces)
VEGETATION DU LIT	Lit du canal	E.crass-E.pyr	9	1,61	0,73	<i>Eichhornia crassipes</i> (100), <i>Echinochloa pyramidalis</i> (47,38)
		A.aur-N.lot	5	0,94	0,58	<i>Acrostichum aureum</i> (94,67), <i>Nymphaea lotus</i> (36,03)
		D.ecast	4	1,13	0,81	<i>Dalbergia ecastaphyllum</i> (48,01)
PRAIRIE MARECAGEUSE	Marécages	C.dif-E.var	39	2,87	0,78	<i>Commelina diffusa</i> (70,06), <i>Eleocharis variegata</i> (33,33)
		C.rot-F.umb	45	2,74	0,72	<i>Cyperus rotundus</i> (75,00), <i>Fuirena umbellata</i> (69,30)
		F.cili-P.lan	60	3,15	0,77	<i>Fuirena ciliaris</i> (68,14), <i>Pycnus lanceolatus</i> (57,89)
FORET MARECAGEUSE		R.hook-C.sen	34	1,82	0,52	<i>Raphia hookeri</i> (100), <i>Cyrtosperma senegalense</i> (85,71)
		C.nucif-P.lan	40	2,53	0,69	<i>Cocos nucifera</i> (97,59), <i>Pycnus lanceolatus</i> (87,10)
		N.xan-P.san	92	3,66	0,81	<i>Nauclea xanthoxylon</i> (77,78), <i>Pterocarpus santalinoides</i> (73,88)
FOURRE RIPICOLE	Berges et terres adjacentes au canal	C.icac-R.vom	50	3,15	0,81	<i>Chrysobalanus icaco</i> (49,04), <i>Rauvolfia vomitoria</i> (51,63)
		A.man-H.mad	108	4,15	0,89	<i>Acacia mangium</i> (50,06), <i>Harungana madagascariensis</i> (71,43)
		E.why-N.vog	98	3,8	0,83	<i>Eugenia whytei</i> (71,72), <i>Napoleonaea vogelii</i> (75,00)
AIRES CULTIVEES		S.pyr-D.hor	114	4,13	0,87	<i>Sporobolus pyramidalis</i> (92,11), <i>Digitaria horizontalis</i> (91,67)
		I.cylin-M.esc	39	2,64	0,72	<i>Imperata cylindrica</i> (78,98), <i>Manihot esculenta</i> (68,89)
		C.nucif-W.ind	72	2,68	0,63	<i>Cocos nucifera</i> (75,00), <i>Waltheria indica</i> (43,25)

4. Discussion

4-1. Typologie des formations végétales autour du canal

La connaissance des facteurs écologiques expliquant l'organisation spatiale de la diversité biologique demeure un préalable pour la mise en place de stratégies de gestion durable des écosystèmes forestiers tropicaux [45]. L'étude des facteurs écologiques régissant la répartition de la végétation aquatique et riveraine du canal d'Assinie revêt un intérêt scientifique fondamental pour la protection de la voie d'eau de ce canal. L'analyse canonique des correspondances (ACC) a individualisé suivant le degré d'hydromorphie et le type de formation végétale, cinq biotopes : la végétation du lit du canal permanemment inondée, les prairies et forêts marécageuses sur un sol périodiquement inondé à forte hydromorphie et enfin, les fourrés ripicoles et les aires cultivées sur un sol sableux à hydromorphie faible. Cette interprétation des gradients environnementaux responsables de la typologie des formations végétales discriminées pendant notre étude est en accord avec les observations faites par plusieurs travaux effectués en zone humide, notamment ceux des Auteurs des références [11, 43], qui ont démontré que l'humidité du sol est considérée comme un facteur majeur de la distribution des espèces végétales en zone humide. Ainsi, la zonation végétale le long du canal s'est organisée suivant la topographie auquel est corrélé ce gradient d'humidité du sol. Par conséquent, en passant des eaux libres jusqu'à la terre exondée, on observe un peuplement d'hydrophytes submergés et flottants dans le lit. A cette végétation du lit, succèdent les fourrés ripicoles, ainsi que les jachères qui correspondent aux transformations des fourrés en zones de cultures. Ces unités de végétation occupent les

berges, aux abords immédiats et en connexion étroite avec la voie d'eau. Ensuite, on rencontre en arrière des fourrés ripicoles, sur les terres fermes adjacentes à la voie d'eau, des plantations de cocotiers érigées tout le long du canal et sur les terres inondables des prairies et des forêts marécageuses. Ces formations marécageuses présentes exclusivement dans les zones de bas-fonds ont périodiquement inondées par les eaux de crue du fleuve Comoé.

4-2. Richesse floristique et Impact des activités anthropiques sur la diversité floristique des groupements végétaux environnant le canal

L'étude des groupements végétaux constitue une source fondamentale de données de base importantes pour la conservation, l'aménagement et la gestion durable des écosystèmes naturels [46]. La classification phytosociologique effectuée à la suite de l'ordination a abouti à la distinction de 15 groupements végétaux au sein des différentes unités d'occupation des terres. Tous les groupements végétaux identifiés sont caractérisés par la prédominance des Poaceae, des Fabaceae et des Rubiaceae. Une telle observation corrobore les résultats de [43] dans le Sud-est de la Côte d'Ivoire. Au Sud du Bénin, [47] ont montré également que les Poaceae, les Rubiaceae, les Euphorbiaceae et les Fabaceae sont les familles les plus riches en espèces dans les groupements végétaux de la forêt marécageuse d'Agonvè et des formations végétales connexes. La faible richesse spécifique des groupements végétaux du lit du canal est due au fait que beaucoup d'espèces ne développent pas des adaptations morphologiques pour survivre en milieu d'inondation permanente, donc elles sont incapables de se maintenir dans la vase [43]. Si l'on tient compte des biotopes forestiers, les forêts marécageuses sont les moins riches avec un cortège floristique de 104 espèces. La faible richesse spécifique observée dans ces forêts serait liée aux conditions extrêmes de ces milieux. Selon [48], les milieux marécageux sont, en général, parmi les moins fournis en espèces. Cependant, la richesse spécifique enregistrée dans la présente étude est supérieure à celle obtenue par [49] dans les forêts marécageuses du Sud Benin, où il a dénombré 42 espèces. Notre étude a permis de discriminer un groupement assez caractéristique, la raphiale, correspondant au groupement à *Raphia hookeri* et *Cyrtosperma senegalense*. Cette raphiale se distingue par une faible richesse spécifique.

Les conditions asphyxiantes créées par l'inondation prolongée sont citées comme les principales causes de la faible diversité de ce groupement [47]. [11] ont aussi isolé un tel groupement à *Raphia hookeri* dans la forêt des marais Tanoé-Ehy au Sud-Est de la Côte d'Ivoire. Les données de cette étude viennent compléter les informations déjà disponibles pour le Sud-Est de la Côte d'Ivoire et nous permettent d'analyser la répartition des formations végétales environnant le canal d'Assinie. La dépendance de la population vis-à-vis des ressources végétales aurait sans doute des répercussions négatives sur les eaux superficielles, notamment la pollution des eaux, l'érosion des berges, l'envasement [50]. En effet, le lit du canal d'Assinie abrite le groupement aquatique à *Eichhornia crassipes* et *Echinochloa pyramidalis*. *Eichhornia crassipes* (la jacinthe d'eau) fait partie de l'un des trois Végétaux Aquatiques les plus Envahissants (VAE) de la Côte d'Ivoire. Les plantes de jacinthe se développant en amont du fleuve Comoé, sont charriées pendant la saison des crues vers l'estuaire, où elles trouvent les conditions favorables à leur multiplication [22]. Certainement, la sédimentation du lit nuit fortement au bon fonctionnement de la rivière Assinie. On assiste à l'entrée du canal à une forte diminution de la capacité d'écoulement des eaux, favorisant ainsi la dessalure des eaux saumâtres estuariennes due au non renouvellement des eaux salines [22]. Cette situation serait à l'origine de l'encombrement des eaux du canal par les Végétaux Aquatiques Envahissants (VAE), puisque les conditions de fortes salinités causant la mort de ces VAE [51] sont non existantes. La navigation sur le canal pourrait être gravement entravée. Un peu partout dans le monde, les communautés d'eau profonde connaissent un envahissement par la jacinthe d'eau [52]. Les roselières à *Echinochloa pyramidalis* sont communes dans toute

la Côte d'Ivoire et assez répandues en Afrique [53]. Leur prolifération sur les cours d'eau du Sud-est de la Côte d'Ivoire progresse de façon alarmante [43]. Cette espèce caractérise à bien d'endroits la végétation macrophytique aquatique de la rivière Kambo de Douala au Cameroun. Elle forme avec *Leersia hexandra* (Poaceae) un groupement végétal qui a une longueur de 30 m environ, évoluant en bordure de la rive de cette rivière [54]. Sur les berges du canal, au sein des fourrés ripicoles, les groupements végétaux caractérisés par des espèces indicatrices telles que *Chrysobalanus icaco*, *Dalbergia ecastaphyllum*, *Eugenia whytei*, *Diospyros ferrea* confirment la composition floristique des fourrés littoraux longtemps reconnus en Côte d'Ivoire par [34], au Bénin par [55] et au Sénégal par [56]. L'analyse des marques d'activités humaines montre que ces fourrés littoraux ripicoles du canal d'Assinie, sont soumis régulièrement à une forte pression de la part des riverains. En amont du canal, dans la zone estuarienne du fleuve Comoé, les terres humides des fourrés ripicoles sont très prisées par les populations riveraines. Ainsi, ces bandes riveraines du canal disparaissent pour laisser place à des cultures maraîchères et à des jachères. Les conséquences de ces agressions sont l'ensablement, la pollution de l'eau, à cause des pesticides utilisés par les exploitants des cultures [57]. A cet effet, les impacts des activités agricoles sur les fourrés ripicoles sont ressortis ou mis en évidence par la comparaison des indices de diversité floristique calculés dans les différents groupements végétaux de fourrés et de jachères.

Le fourré ripicole à *Acacia mangium* et *Harungana madagascariensis* se distingue par l'abondance de l'espèce plantée *Acacia mangium*, qui est une espèce exotique. Ceci décrit une zone de reboisement des rives du canal. Ce groupement est le plus riche en espèces et présente une diversité spécifique élevée. De même, le fourré ripicole à *Eugenia whytei* et *Napoleonaea vogelii* qui présente des traces d'activités anthropiques, possède une richesse spécifique non moins importante. En revanche, la bonne richesse spécifique de ces groupements végétaux s'expliquerait par la présence des espèces pionnières qui abondent lors des premières phases de reconstitution de la végétation détruite au profit d'activités humaines [58]. Ce retour d'espèces est qualifié de *species turnover* ou renouvellement d'espèces par les écologistes [59]. Donc, l'existence de ces espèces pionnières démontre que les groupements végétaux des fourrés ripicoles sont assez perturbés. Aussi, la présence de l'espèce savanicole comme *Harungana madagascariensis* dans les fourrés ripicoles est certainement liée à la secondarisation de la zone reboisée. [60] ont également observé cette espèce qui s'est installée 15 ans après, dans les zones anciennement cultivées de la forêt dense de Kigwena au Burundi. Le fourré ripicole à *Chrysobalanus icaco* et *Rauvolfia vomitoria* présente une diversité spécifique moyenne. On assiste à des coupes abusives de *Chrysobalanus icaco*, utilisé comme bois de chauffe par les populations riveraines.

La forte richesse spécifique et la valeur élevée d'indice de Shannon de la jachère à *Sporobolus pyramidalis* et *Digitaria horizontalis*, s'explique par l'abondance des espèces herbacées qui sont pour la majorité des espèces pionnières [61]. Au Sud du Bénin, les travaux de [47] ont montré que les perturbations anthropiques induites dans les milieux de terres fermes connexes à la forêt marécageuse d'Agonvè, ont été mises en évidence par un groupement post-culturel à *Sporobolus pyramidalis*. Par ailleurs, l'impact des activités anthropiques sur les fourrés ripicoles est perceptible à travers les faibles valeurs de richesse spécifique et d'indice de diversité de Shannon observées dans la jachère à *Imperata cylindrica* et *Manihot esculenta*. Ce groupement végétal représente une formation post-culturelle qui s'est installée au détriment des fourrés ripicoles. Dans les zones de bas-fonds, sur les milieux marécageux, la raphiale se distingue par une diversité spécifique très faible. Nous pouvons indexer les feux de végétation pendant la saison sèche et les pénétrations excessives de la population riveraine à la recherche de palmes et de bambous de *Raphia* pour la construction et l'artisanat [62], comme des causes principales responsables de la faible diversité des raphiales. Actuellement, les superficies des parcelles de raphiales localisées en amont du canal sont très réduites et menacées de disparition. Elles sont progressivement mises en cultures à cause de l'humidité que présentent les sols. [63] ont également noté à la suite des perturbations humaines, une régression au niveau de la diversité spécifique

d'une raphiale identifiée au sein de la forêt marécageuse de Lokoli au Sud-Bénin. On retient qu'à l'issue de la dégradation des bandes riveraines sous l'effet des activités humaines, les espèces herbacées et lianescentes qui sont adaptées à la forte exposition au soleil [64], ont pénétré abondamment les différents groupements végétaux environnant le canal. Leur forte présence est un signe de perturbation de la végétation riveraine du canal. Alors que les communautés végétales et les fonctions qui leurs sont associées sont généralement plus diversifiées dans les bandes riveraines arborées que dans celles qui ne sont composées que de plantes herbacées [65, 66]. L'efficacité des bandes riveraines à atténuer les charges polluantes agricoles se montre plus élevée lorsque les bandes sont arborées [67]. Malheureusement, les actions anthropiques, notamment les cultures maraîchères, l'exploitation du bois de chauffe et l'extraction abusive du sable, sont à l'origine de la fragmentation progressive du couvert arborescent de la végétation riveraine du canal d'Assinie. Par conséquent, une faible diversité du peuplement arborescent des fourrés ripicoles et des jachères, qui sont situés aux abords immédiats du canal, ainsi que des cocoteraies situées sur les terres fermes adjacentes de part et d'autre à la voie d'eau, représente une grande menace pour le canal d'Assinie. Sans protection assurée par les arbres, le ruissellement des eaux va charrier d'importantes quantités de débris solides qui vont combler le fond du cours d'eau du canal [68]. La conséquence immédiate sera la réduction de la capacité d'écoulement des eaux dans le lit, favorisant ainsi la fermeture de la passe. Le canal d'Assinie sera alors incapable de fournir durablement certains services écosystémiques, profitables à la population riveraine. D'après [69], à toutes les époques, les multiples usages anthropiques du milieu riverain ont transformé la végétation riveraine naturelle, la rendant souvent moins performante pour fournir de nombreux services écosystémiques. Face à toute cette menace, la méthode la plus employée pour assurer une protection du milieu aquatique a toujours été de conserver une bande de végétation naturelle d'une largeur fixe le long des cours d'eau ou autour de tous les plans d'eau permanents [70]. De ce fait, la protection et la restauration de la végétation riveraine ligneuse du canal d'Assinie s'avère nécessaire afin de garantir toutes les fonctions et services écosystémiques que peut fournir le canal de navigation d'Assinie.

5. Conclusion

La présente étude a permis de dresser un bilan de l'état de la végétation aquatique et riveraine du canal artificiel de navigation d'Assinie. Sur l'ensemble des cinq principales unités d'occupation des terres rencontrées autour du canal, 423 espèces végétales ont été recensées. Il ressort de l'étude que les Poaceae, les Fabaceae et les Rubiaceae sont les familles les plus dominantes. 15 groupements végétaux ont été discriminés au sein de ces formations végétales environnant le canal. A l'issue des pressions anthropiques, l'abondance des espèces pionnières herbacées et lianescentes, serait à l'origine de la diversité floristique plus ou moins importante des groupements végétaux identifiés sur les berges et terres fermes adjacentes au canal. L'installation des herbes et des lianes au détriment du peuplement arborescent peut entraver toutes les fonctions écologiques existantes des bandes riveraines du canal. Cette étude constitue donc un élément de base qui pourra être exploité pour définir un plan de protection et de restauration du canal d'Assinie.

Références

- [1] - G. PUSTELNIK, "Les établissements publics territoriaux de bassin, pivots de l'action territoriale pour une gestion équilibrée de l'eau et des milieux aquatiques à l'échelle des bassins versants : premiers retours d'expérience". *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science*, 21 (2) (2008) 199 - 218
- [2] - K. E. SAUNDERS, "Rapport d'Examen préalable substitut relatif aux ouvrages courants en milieu aquatique : le long du canal Rideau et de la voie navigable Trent-Severn". Préparé pour Parcs Canada, (2011) 134 p.

- [3] - T. TORMOS, "Analyse à l'échelle régionale de l'impact de l'occupation du sol dans les corridors rivulaires sur l'état écologique des cours d'eau". Thèse de Doctorat, Cemagref, agrorparistech. École doctorale SIBACHE, (2010) 427 p.
- [4] - P. K. SIBLEY et A. M. GORDON, "L'aménagement des forêts riveraines : Système d'aide à la décision. Traduit de l'anglais, titre original : *Managing Riparian Forests: A Decision Support System*". Réseau de gestion durable des forêts, Edmonton, Alberta, (2010) 52 p.
- [5] - F. MOUCHET, N. DEBRUXELLES, G. GRAUX, E. DUFAYS, K. AUGIRON et H. CLAESSENS, "Physionomie et composition des zones riveraines des cours d'eau de wallonie". Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux - Unité de gestion des Ressources forestières et des Milieux naturels, Forêt Wallonne, 68 (2004) 7 p.
- [6] - S. DUFOUR, "Contrôles naturels et anthropiques de la structure et de la dynamique des forêts riveraines des cours d'eau du bassin rhodanien (Ain, Arve, Drôme et Rhône)". Thèse de Doctorat. Université Jean Moulin Lyon 3, (2005) 244 p.
- [7] - J. F. ALLAIRE et I. PARENT, "Plan de restauration des habitats du Saint-Laurent en Chaudière Appalaches Caractérisation et propositions de restauration du milieu riverain", Lévis, Conseil régional de l'environnement Chaudière-Appalaches, Rapport présenté à la Fondation de la faune du Québec et à Saint-Laurent, (2004) 180 p.
- [8] - W. M. EGNANKOU, "Étude des mangroves de Côte d'Ivoire : aspect écologique et recherches sur les possibilités d'aménagement". Thèse de 3^e cycle, Univ., Paul Sabatier de Toulouse, France, (1985) 167 p.
- [9] - Y. SANKARE, J. B. L. F AVIT, W. M. EGNANKOU et P. SAENGER, "Étude floristique des mangroves des milieux margino-littoraux de Côte d'Ivoire". *Bull. Jard. Bot. Belg.*, 67 (1999) 335 - 360
- [10] - C. Y. ADOU YAO, "Pratiques paysannes et dynamiques de la biodiversité dans la forêt classée de Monogaga (Côte d'Ivoire)". Thèse Doctorat unique, Département Hommes Natures et Société, Université MNHN, Paris, (2005) 233 p.
- [11] - K. MISSA, N. D. OUATTARA, M. KONE et A. BAKAYOKO, "Étude Floristique et diversité de La Forêt des Marais Tanoé-Ehy (Sud-Est de La Côte d'Ivoire)". *Journal of Animal & Plant Sciences*, Vol. 25, Issue 3, (2015) 3917 - 3938
- [12] - M. L. O. KOUAME, M. W. EGNANKOU et D. TRAORE, "Ordination et classification de la végétation des zones humides du Sud-est de la Côte d'Ivoire". *Agronomie Africaine*, 11 (1) (2009) 1 - 115
- [13] - W. M. EGNANKOU, "Flore et végétation des zones humides du sud-est de la cote d'ivoire : problèmes de pollution et méthodes de lutte contre les végétaux aquatiques envahissants (VAE)". Thèse de Doctorat d'État ès Sciences Naturelles (Botanique), Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY, Côte d'Ivoire, (2015) 125 p.
- [14] - G. DE LA MENSBRUGE, "Le Transport des Bois en Côte d'Ivoire". *Revue Bois et Forêts des Tropiques*, 123 (1969) 19 - 35
- [15] - J. ABE, S. BAKAYOKO, S. BAMBA et S. CISSOKO, "L'hydrologie de l'estuaire du Comoé à Grand-Bassam (Côte d'Ivoire)". *Agronomie Africaine. Journal Ivoirien d'Océanologie et Limnologie*, 8 (3) (1996) 201 - 212
- [16] - J. ABE, "Contribution à la connaissance de la morphologie et de la dynamique sédimentaire du littoral ivoirien (cas du littoral d'Abidjan) essais de modélisation en vue d'une gestion rationnelle". Thèse de Doctorat d'État, Université de Cocody-Abidjan, (2005) 268 p.
- [17] - K. L. ADOPO, K. L. KOUASSI, A. V. I. WOGNIN, S. MONDE et K. AKA, "Caractérisation des sédiments et morphologie de l'embouchure du fleuve Comoé (Grand-Bassam, Côte d'Ivoire)". *Revue Paralia*, 1 (2008) 2 - 10
- [18] - T. E. WANGO, M. MOUSSA, K. L. ADOPO et S. MONDE, "Calage du modèle hydrodynamique à 2D du complexe lagunaire de Côte d'Ivoire". *Géo-Eco-Trop*, 35 (2011) 23 - 32

- [19] - D. GUIRAL et A. M. KOUASSI, "Incidences de la modification de la circulation des eaux sur l'hydrochimie et le degré de contamination bactérienne d'un estuaire eutrophe tropical". *J. Ivoir. Océanol. Limnol.* Abidjan, 1 (2) (1991) 61 - 70
- [20] - Y. SANKARE et N. ETIEN, "Analyse des effets de l'ouverture du chenal de Grand-Bassam (estuaire du fleuve Comoé, Lagune Ebrié) sur la macrofaune benthique lagunaire". *Journal Ivoirien d'Océanologie et Limnologie*, 1 (2) (1991) 81 - 90
- [21] - C. HAUHOUOT, "Les problèmes de l'aménagement de l'estuaire du fleuve Comoé à Grand - Bassam". *Les cahiers d'Outre-Mer*, (219) (2002) 307 - 324
- [22] - W. M. EGNANKOU, "Suivre l'état d'invasion des plans d'eau par les VAE". Rapport de Synthèse. Lettre du projet VAE. 2, CIAPOL, (2006) 6 - 7
- [23] - FAO, "Évaluation des ressources forestières mondiales 2005. Etude thématique sur les mangroves. Côte d'Ivoire, profil national. Version préliminaire". Par Wilkie, M.L. Division des ressources forestières. FAO, Rome, (2005) 6 p. <http://www.fao.org/fo/>
- [24] - A. LEOPOLD, "Dynamique du carbone au sein des mangroves - Quantification spatio-temporelle des flux de CO₂ aux interfaces sol-air et eau-air". Thèse de Doctorat, Spécialité - Sciences de la Terre et de l'Environnement, Université de la Nouvelle-Calédonie, Ecole Doctorale du Pacifique ED469, (2012) 202 p.
- [25] - N. NDOUR, S. DIENG et M. FALL, "Rôles des mangroves, modes et perspectives de gestion au Delta du Saloum (Sénégal)". *[VertigO]*, 11 (3) (2012) 15 p.
- [26] - H. CLAESSENS, J. RONDEUX, N. DEBRUXELLES, C. BURTON et P. LEJEUNE, "Le suivi des bandes riveraines des cours d'eau de Wallonie". *Rev. For. Fr. LXI*, 6 (2009) 595 - 610
- [27] - N. D'AMOUR, "Établissement des bandes riveraines par recolonisation spontanée et leur succession végétale en milieu agricole", Mémoire Maîtrise en biologie végétale, Université LAVAL, Québec, Canada, (2013) 78 p.
- [28] - ONEMA, Dynamique fluviale et voies navigables. Etat des connaissances, 1 (2013) 10 p.
- [29] - B. W. SWEENEY, T. L. BOTT, J. K. JACKSON, L. A. KAPLAN, J. D. NEWBOLD, L. J. STANDLEY, W. C. HESSON and R. J. HORWITZ, "Riparian deforestation, stream narrowing, and loss of stream ecosystem services". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 101 (39) (2004) 14132 - 14137
- [30] - P. VIDON, C. ALLAN, D. BURNS, T. P. DUVAL, N. GURWICK, S. INAMDAR, R. LOWRANCE, J. OKAY, D. SCOTT and S. SEBESTYEN, "Hot spots and hot moments in riparian zones: potential for improved water quality management". *Journal of the American Water Resources Association*, 46 (2010) 278 - 298
- [31] - F. MONTAGNINI and P. K. R. NAIR, "Carbon sequestration: An underexploited environmental benefit of agroforestry systems". *Agroforestry Systems*, 61 - 62 (2004) 281 - 295
- [32] - VNF, Voies Navigables De France, "Application des Techniques végétales pour la Protection des berges des voies navigables". Département de l'eau et de L'environnement, (2003) 23 p.
- [33] - F. MOUCHET, H. PIEGAY, H. CLAESSENS et J. RONDEUX, "Écologie, dynamique et gestion des bois morts présents dans les cours d'eau". *Parcs et réserves*, Vol. 60, (1) (2005b) 14 - 19
- [34] - J. L. GUILLAUMET et E. ADJANOHOON, "Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire". Paris, France, *Orstom*, coll. Mémoires, 50 (1971) 161 - 262
- [35] - N. GRASMÜCK, "Analyse de la végétation aquatique fixée des Cours d'eau Lorrains en relation avec les paramètres d'environnement". *Annls Limnol.*, 29 (3 - 4) (1993) 223 - 237
- [36] - J. BRAUN-BLANQUET, Pflanzensociologie. Grundzüge Der Vegetationskunde. Vienne et New-York, Springer, (1964) 866 p.
- [37] - J. P. LEBRUN et A. L. STORK, "Énumération des plantes à fleurs d'Afrique Tropical: Généralités et Anonaceae à Pandaceae". Edition des Conservatoires et jardin botaniques, Genève, Suisse, 1 (1991) 249 p.
- [38] - J. P. LEBRUN et A. L. STORK, "Énumération des plantes à fleurs d'Afrique Tropical : Gamopétales: Clethraceae à Lamiaceae". Edition des conservatoires et jardin Botaniques, Genève, Suisse, 4 (1997) 249 p.

- [39] - L. AKE-ASSI, "Flore de la Côte d'Ivoire 1, Catalogue, Systématique, Biogéographie et Ecologie". Genève, Suisse : Conservatoire et Jardin Botanique de Genève (Suisse), *Boissiera*, 57 (2001) 396 p.
- [40] - L. AKE-ASSI, "Flore de la Côte d'Ivoire 2, Catalogue, Systématique, Biogéographie et Ecologie". Genève, Suisse : Conservatoire et Jardin Botanique de Genève (Suisse), *Boissiera*, 58 (2002) 401 p.
- [41] - B. SENTERRE, "Recherches méthodologiques pour la typologie de la végétation et la phytogéographie des forêts denses d'Afrique tropicale". Thèse de doctorat, Université libre de Bruxelles, (2005) 354 p.
- [42] - B. T. A. VROH, "Évaluation de la dynamique de la végétation dans les zones agricoles d'Azaguié (Sud-Est, Côte d'Ivoire)". Thèse Doctorat Unique, UFR Biosciences, Université Cocody- Abidjan, Côte d'Ivoire, (2013) 208 p.
- [43] - O. M. L. KOUAME, "Typologie, végétation et flore des zones humides du Sud-Est de La Côte d'Ivoire". Thèse Doctorat Unique, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire), (2013) 225 p.
- [44] - M. DUFRÊNE, The IndVal program version 2.0 (2004) <http://mrw.wallonie.be/dgrne/sibw/outils/home.html>
- [45] - A. C. AMANI, K. H. MILENGE, J. LISINGO et H. NSHIMBA, "Analyse floristique et impact du déterminisme édaphique sur l'organisation de la végétation dans les forêts de l'île Kongolo (R. D. Congo)". *Géo-Eco-Trop.*, 37 2 (2013) 255 - 272
- [46] - F. BANGIRINAMA, M. J. BIGENDAKO, J. LEJOLY, N. NORET, C. DECANNIERE et J. BOGAERT, "Définition d'indices successionnels pour la caractérisation du processus de la succession post-culturelle au Burundi". *Bois et Forêts des Tropiques*, 305 (3) (2010) 57 - 66
- [47] - M. E. DOSSOU, O. T. LOUGBÉGNON, G. L. HOUÉSSOU, S. O. TEKA, A. H. B. TENTE, "Caractérisation phytoécologique et structurale des groupements végétaux de la forêt marécageuse d'Agonvè et de ses milieux connexes au Sud-Bénin". *J. Appl. Biosci.*, 53 (2012) 3821 - 3830
- [48] - C. Y. ADOU YAO, "Inventaire préliminaire de la flore et description de la végétation de la Forêt des Marais Tanoé". Rapport Pour Rasap-CI, Abidjan, Côte d'Ivoire, (2007) 29 p.
- [49] - A. AKOEGNINO, "Recherches botaniques et écologiques sur les forêts actuelles du Bénin". Thèse d'Etat, Université de Cocody-Abidjan, (2004) 326 p.
- [50] - M. LIBIAD, A. KHABBACH et A. ENNABILI, "Végétation ripicole et gestion des eaux de surface, cas du bassin versant de l'oued Inaouène (N-O du Maroc)". *Revue AFN Maroc*, (6 - 8) (2012) 35 - 63
- [51] - E. CORING and J. BÄTHER, "Effects of reduced salt concentrations on plant communities in the River Werra (Germany)". *Limnologica*, 41 (2011) 134 - 142
- [52] - D. MAMA, "Méthodologie et résultats du diagnostic de l'eutrophisation du lac Nokoue (Benin)". Thèse de Doctorat, UNIVERSITE DE LIMOGES, Faculté des Sciences et Techniques, Ecole Doctorale Science Technologie et Santé, Laboratoire : Groupement de Recherche Eau Sol Environnement - EA 4330, (2010) 157 p.
- [53] - Y. A. MOHAMED, H. H. G. SAVENIJE, W. G. M. BASTIAANSEN and B. J. J. M. VAN DEN HURK, "Lessons on the Sudd Hydrology learned from remote Sensing and climate modeling". *Hydrol. EarthSyst. Sci.*, 10 (2006) 507 - 518
- [54] - S. D. DIBONG et G. P. NDJOUONDO, "Inventaire floristique et écologie des macrophytes aquatiques de la rivière Kambo à Douala (Cameroun)". *J. Appl. Biosci.*, 80 (2014) 7147 - 7160
- [55] - G. PARADIS, "Contribution à l'étude de la flore et de la végétation littorale du Dahomey". *Bull. Mus. Nat./ Hist. Nat. Paris, ser. 3*, 383, botanique, 26 (1976) 33 - 68
- [56] - C. V. BERGHEN, "La végétation des sables maritimes de la Casamance (Sénégal méridional)". *Lejeunia*, 133 (1990) 1 - 84
- [57] - R. J. PRISO, S. D. DIBONG, C. TCHINDA-METAGNE, V. TAFFOUO, N. DIN et A. AMOUGOU, "Impacts des eaux polluées sur la croissance, les teneurs en chlorophylles et substances organiques dans les feuilles de deux Poaceae". *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 4 (4) (2010) 1122 - 1129

- [58] - B. T. A. VROH, C. Y. ADOU YAO, D. KOUAME, D. H. N'DA et K. E. N'GUESSAN, "Diversités floristiques et structurales sur le site d'une réserve naturelle volontaire à Azaguié, Sud-est de la Côte d'Ivoire". *European Journal of Scientific Research*, 45 (3) (2010) 411 - 421
- [59] - K. A. D. KOFFI, C. Y. ADOU YAO, B. T. A. VROH, A. GNAGBO et K. E. N'GUESSAN, "Diversités Floristique et Structurale des Espaces Anciennement Cultivés du Parc National D'azagny (Sud de la Côte d'Ivoire)". *European Journal of Scientific Research*, 134 (4) (2015) 415 - 427
- [60] - P. HAKIZIMANA, F. BANGIRINAMA, B. HABONIMANA et J. BOGAERT, "Analyse comparative de la flore de la forêt dense de Kigwena et de la forêt claire de Rumonge au Burundi". *Bull. sci. Inst. natl. environ. conserv. nat*, 9 (2011) 53 - 61
- [61] - B. T. A. VROH, N. F. KOUAME et E. J. TONDOH, "Étude du potentiel de restauration de la diversité floristique des agrosystèmes de bananiers dans la zone de Dabou (Sud Côte d'Ivoire)". *Sciences et Natures*, 8 (1) (2011) 37 - 52
- [62] - M. E. DOSSOU, G. L. HOUËSSOU, O. T. LOUGBEGNON, A. H. B. TENTE et J. T. C. CODJIA, "Etude ethnobotanique des ressources forestières ligneuses de la forêt marécageuse d'Agonvè et terroirs connexes au Bénin". *Tropicultura*, 30 1 (2012b) 41 - 48
- [63] - C. B. S. DAN, B. A. SINSIN, G. A. MENSAH et J. LEJOLY, "Influence des activités anthropiques sur la diversité floristique des communautés végétales de la forêt marécageuse de Lokoli au Sud-Bénin". *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 6 (6) (2012) 3064 - 3081
- [64] - C. Y. ADOU YAO and B. ROUSSEL, "Forest management, farmers' practices, and biodiversity conservation in the Monogaga protected coastal forest in Southwest Côte d'Ivoire". *Africa*, 77 (1) (2007) 63 - 85
- [65] - C. BOUTIN, B. T. JOBIN and L. BELANGER, "Importance of riparian habitats to flora conservation in farming landscapes of southern Québec, Canada". *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 94 (2003) 73 - 87
- [66] - B. JOBIN, L. BÉLANGER, C. BOUTIN and C. MAISONNEUVE, "Conservation value of agricultural riparian strips in the Boyer River watershed, Québec (Canada)". *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 103 (2004) 413 - 423
- [67] - K. LEE, T. ISENHART and R. SCHULTZ, "Sediment and nutrient removal in an established multispecies riparian buffer". *Journal of Soil and Water Conservation*, 58 (2003) 1 - 8
- [68] - A. MAHAMANE, A. DIOUF, K. J. M. AMBOUTA, M. SAADOU, M. ELHADJI, I. WATA, A. ICHAOU et I. ABASSA, "Dynamique spatio-temporelle de l'écosystème du site Ramsar du moyen Niger 1 : cas de la mare de albarkaize". *Revue Française de Photogrammétrie et de Télédétection*, N° 187 - 188 (2007) 3 - 4
- [69] - K. B. JONES, E. T. SLONECKER, M. S. NASH, A. C. NEALE, T. G. WADE and S. HAMANN, "Riparian habitat changes across the continental United States (1972-2003) and potential implications for sustaining ecosystem services". *Landscape Ecology*, 25 (2010) 1261 - 1275
- [70] - J. S. RICHARDSON, R. J. NAIMAN ET P. A. BISSON, "How did fixed-width buffers become standard practice for protecting freshwaters and their riparian areas from forest harvest practices?" *Freshwater Science*, 31 (1) (2012) 232 - 238