

Impact des boues de vidange sur la diversité floristique résiduelle des sites de dépotage de Daloa, Centre-Ouest, Côte d'Ivoire

**Kobenan Pierre N'GOURAN^{1*}, Kouamé OUATTARA², N'Guessan Achille KOFFI¹,
Kouassi Bruno KPANGUI² et Yao Sadaïou Sabas BARIMA²**

¹ *Université Jean Lorougnon Guédé, Unité de Formation et de Recherche en Agroforesterie, Laboratoire d'Amélioration de la Production Agricole, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire*

² *Université Jean Lorougnon Guédé, Unité de Formation et de Recherche en Environnement, Laboratoire de Biologie et Ecologie Tropicale, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire*

(Reçu le 07 Janvier 2022 ; Accepté le 05 Octobre 2023)

* Correspondance, courriel : ngorankpierre@gmail.com

Résumé

Notre étude a pour objectif d'évaluer l'impact des déchets liquides sur la diversité végétale dans les zones de déversement. Pour atteindre cet objectif, un inventaire floristique sur les différents sites d'étude a été réalisé à partir des relevés de surface associés aux relevés itinérants. Ainsi, quatre placettes de forme carrées de 10 m x 10 m ont été disposées suivant les quatre points cardinaux sur chacun des sites. Des tests statistiques ont été réalisés à l'aide du Logiciel Statistica 7.1. Ainsi, pour comparer la différence entre la diversité floristique et l'indice de Shannon des trois zones d'étude, après la vérification de la normalité à l'aide du test de Shapiro-Wilk, le test U de Mann-Whitney a été employé. Le matériel utilisé et la méthodologie adoptée ont permis d'obtenir des résultats. En effet, les inventaires ont donné une liste floristique de 79 espèces réparties en 39 familles et 64 genres sur l'ensemble des sites. Aussi, 36 % des espèces échantillonnées sont-elles des thérophytes et 80 % de celles-ci sont endémiques aux zones guinéo-congolaise et guinéo-congolaise-zambézienne. En outre, l'indice de Pielou (0,83 à 0,86) indique une équitabilité de la communauté végétale des différents sites. Par ailleurs, le coefficient de similitude de Sørensen (16 %) montre que le nouveau et l'ancien site sont dissemblables du point de vue floristique. En somme, ces résultats mettent en évidence l'influence du dépotage des boues de vidange sur la flore résiduelle des zones de déversement. Par ailleurs, les fèces pourraient être valorisés en les utilisant comme du compost afin de fertiliser les sols dégradés par les activités anthropiques et favoriser ainsi l'agriculture urbaine et périurbaine des villes africaines menacées par l'insécurité alimentaire.

Mots-clés : *boues de vidange, diversité floristique, impact, sites de dépotage, Côte d'Ivoire.*

Abstract

Impact of faecal sludge on residual floristic diversity of dumping sites in Daloa, Center-West of Côte d'Ivoire

The study aims to assess the impact of liquid waste on plant diversity in disposal areas. For this purpose, a floristic inventory was carried out at various study sites, through the combination of surface surveys and itinerant inventories. Four plots measuring 10 m x 10 m were spread out on each site, following the four

cardinal points. Statistical tests were carried out using Statistica 7.1 software. The Mann-Whitney U test was used to compare the difference between the floristic diversity and the Shannon index of the three study areas, after checking normality using the Shapiro-Wilk test. The equipment and methodology implemented produced effective results. Indeed, the inventories generated a floristic list of 79 species from 39 families and 64 genera from the entire sites. A total of 36 % of the species sampled were therophytes, and 80 % were endemic to the Guinean-Congolese and Guinean-Congolese-Zambézian regions. In addition, the Pielou index (0.83 to 0.86) shows a good evenness of the plant community on the different sites. Meanwhile, Sørensen's similarity coefficient (16 %) shows that new and old sites are floristically dissimilar. In summary, these results highlight the influence of faecal sludge disposal on the residual flora of disposal areas. They also illustrate how faeces can be used as compost to fertilize soils damaged by human activities, and thus promote urban and peri-urban agriculture in African cities threatened by food insecurity.

Keywords : *faecal sludge, floristic diversity, impact, disposal sites, Ivory Coast.*

1. Introduction

La population urbaine mondiale, avec une proportion de 55 % devrait passer à 68 % en 2050 [1]. Cette urbanisation galopante corrélée à une démographie qui augmente de manière exponentielle entraîne la production de déchets de tout genre. En effet, de tous les temps et en tous lieux, la production des déchets a été inhérente aux activités humaines, qu'elles soient domestiques, agricoles, industrielles ou commerciales [2]. Mais, au fur et à mesure que les hommes s'aggloméraient dans un lieu, la quantité des déchets produits devenait progressivement incommode et l'équilibre du milieu se rompait [3]. Dès lors, la gestion des déchets dans les zones urbaines apparaît comme l'un des défis de développement les plus importants du 21^e siècle surtout dans les villes africaines. En effet, dans le monde, on estime à plus d'un million de tonnes, la quantité mondiale journalière de fèces produite par an [4]. Par ailleurs, la majorité des populations des villes d'Afrique occidentale ont recours à l'assainissement autonome pour la gestion des déchets liquides [5]. Cette approche qui consiste en l'utilisation de latrines améliorées, pourtant convenable pour les villes africaines, est mal mise en œuvre, souffrant de l'insuffisance de certains compartiments de la chaîne de l'assainissement [6]. Ainsi, dans les zones urbaines, les effluents collectés, prétraités ou non, sont alors stockés dans des fosses étanches ou non dont les boues sont ensuite vidangées par différents opérateurs manuellement ou mécaniquement. Ces opérateurs, face bien souvent à l'absence de structures de traitement des boues adaptées, déversent fréquemment les boues directement dans l'environnement, à proximité des habitations ou à la périphérie des zones urbaines, engendrant ainsi de graves problèmes sanitaires et environnementaux. En vue d'atteindre les Objectifs du Millénaire pour le Développement, la Côte d'Ivoire, face au déficit d'infrastructures pour la gestion des déchets en général et principalement des déchets liquides, a favorisé et encouragé la mise en place des systèmes d'assainissement autonome. En effet, des populations du District Autonome d'Abidjan (80 %) dépendent fortement de ce mode de gestion des fèces [7]. Par ailleurs, depuis 1974, le schéma d'assainissement de la ville d'Abidjan, avait pour objectifs de raccorder la totalité des zones habitées à un réseau collectif de transport des eaux usées et d'atteindre en 1985 un taux de raccordement de 75 % de la population [8]. Plus de trente ans plus tard, le taux de raccordement est de 40 % à Abidjan [9]. Aussi, la plupart des stations de collecte et de traitement des eaux usées dans les zones urbaines sont défectueuses. Ainsi, concernant les vidanges des fosses septiques, 54,5 % des chefs de ménages enquêtés ont recours aux camions de vidanges et 35,7 % font appel à des puisatiers manuels qui dans leur procédé, transfèrent les déchets dans un nouveau trou creusé devant les habitats à l'air libre [10]. Par ailleurs, le cadre institutionnel est marqué par la multiplicité des acteurs avec des domaines de compétences mal définis qui se traduit par le chevauchement dans les attributions. En outre, des études ont abordé les risques du mode

de gestion sur la santé des populations riveraines des sites de dépotages. Ainsi, dans la commune de Yopougon (District Autonome d'Abidjan), les populations sont exposées à des risques sanitaires liés au débordement des fosses septiques [11]. Cependant, peu d'études ont porté à ce jour sur l'impact des boues de vidange sur la flore des sites de déversement des boues de vidanges. Or, la biodiversité urbaine a été reconnue comme un enjeu d'avenir important [12]. Par ailleurs, la conservation de la biodiversité pourrait améliorer la santé humaine dans les villes du monde [13]. Malheureusement, plus de 50 % des espèces végétales ou animales connues seraient négativement affectées par les activités anthropiques en milieu urbain [14]. En effet, l'urbanisation explique la perte d'espèces végétales et de leurs services écosystémiques dans les villes [15]. Ainsi, la ville de Daloa, quatrième ville de la Côte d'Ivoire de par sa population [16], n'est pas épargnée par la mauvaise gestion des déchets liquides. En effet, les boues de vidange issues des systèmes d'assainissement autonomes de la ville sont collectées mécaniquement par des opérateurs privés, transportées et déversées de manière anarchiques dans la ville et ses périphéries sans traitement préalable sur la végétation. Cependant, selon la loi n° 80-1180 du 17 octobre 1980 relative à l'organisation des communes en Côte d'Ivoire, la responsabilité de la gestion des eaux usées dans les villes incombe aux mairies en premier lieu. De ce constat, la présente étude vise à évaluer l'impact du déversement des boues de vidange sur la flore urbaine et périurbaine de Daloa. Plus spécifiquement, cette étude permettra d'une part d'analyser la diversité floristique des différents sites de dépotage des boues de vidange et d'autre part à déterminer l'influence des boues de vidange sur la diversité de la flore résiduelle des différents sites de dépotage de la ville de Daloa.

2. Matériel et méthodes

2-1. Situation de la zone d'étude

L'étude s'est déroulée à Daloa, ville située à 6,877 de latitude nord et -6,450 de longitude ouest, chef-lieu de la région du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). La commune de Daloa s'étend sur 38,76 km² avec une population de 421 879 habitants, constituant ainsi la quatrième ville du pays [16]. Pour cette étude, deux sites de déversement de déchets liquides dénommés « ancien site » et « nouveau site » ont été identifiés. L'ancien site de déversement est situé dans le quartier Abattoir (6,870 de latitude N et -6,450 de longitude W), et le nouveau site dans le quartier Kennedy (6,900 de latitude N et -6,48 de longitude W). Pour mieux apprécier l'impact réel des boues de vidange sur la flore des deux sites de déversement, un site témoin (6,900 de latitude N et -6,48 de longitude W) a été choisi dans ladite ville (*Figure 1*).

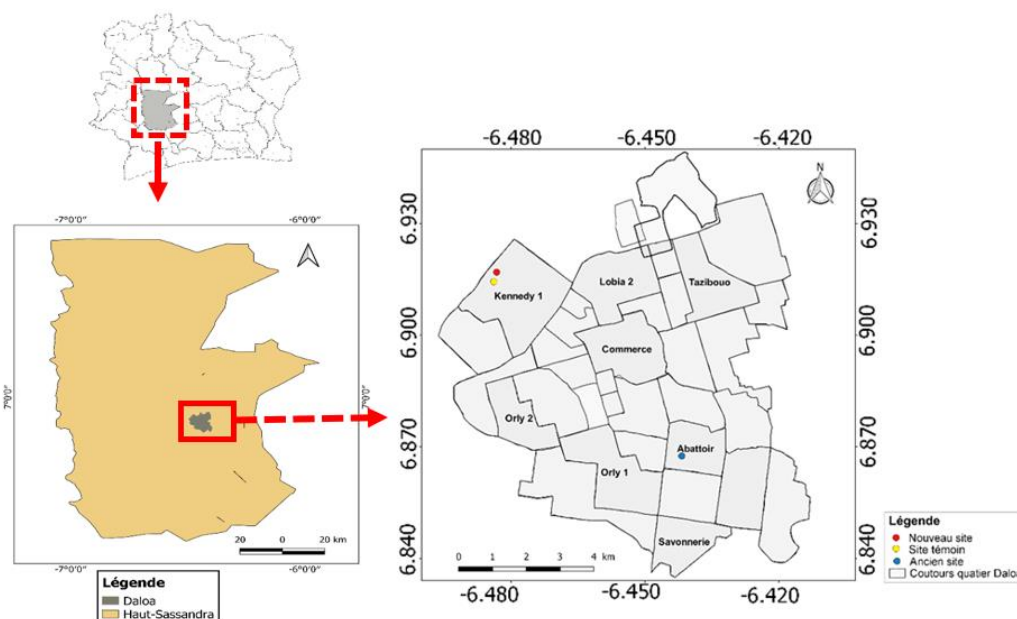


Figure 1 : Localisation des sites de déversement des boues de vidange dans la ville de Daloa

2-2. Inventaire floristique

L'inventaire floristique sur les sites de déversement et le site témoin a été réalisé à partir des relevés de surface associés aux relevés itinérants. Ainsi, 4 placettes de forme carrées (10 m x 10 m) ont été disposées suivant les 4 points cardinaux sur chacun des sites (*Figure 2*). Chaque placette est subdivisée en 25 sous-placettes de 2 m x 2 m ; 5 sous-placettes ont été retenues après un tirage aléatoire sans remise pour noter le nombre de fois qu'apparaît les espèces présentes sur les sous-placettes (2 m x 2 m). Ainsi, dans chacune de ces placettes de 4 m², l'inventaire de surface a consisté à collecter toutes les espèces (arbres, arbustes, lianes et herbes). Quant au relevé itinérant, il a consisté à parcourir les placettes de 100 m² afin de compléter la liste des espèces végétales inventoriées sur les différents sites d'étude. Ce choix nous a permis de faire la comparaison de la diversité végétale des trois sites, de noter la présence des taxons.

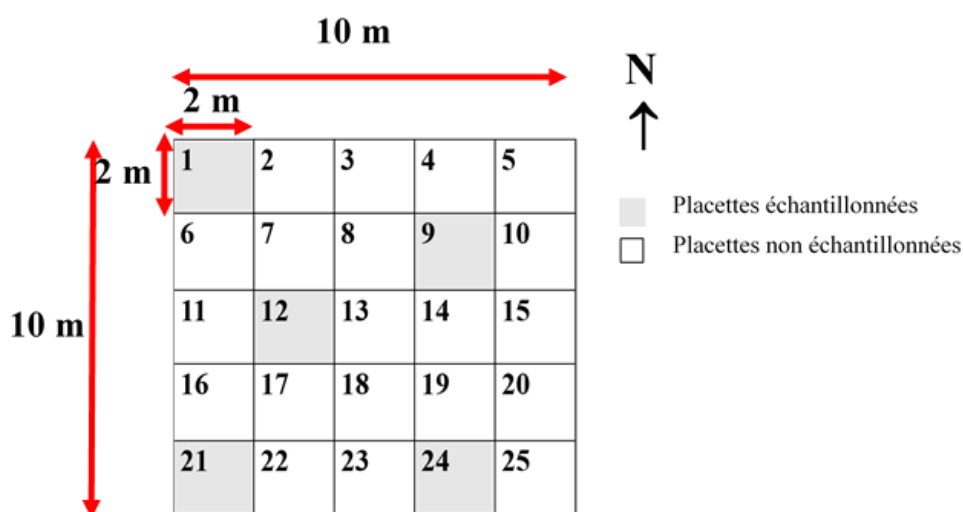


Figure 2 : Dispositif d'échantillonnage des placettes

2-3. Traitement et analyse des données

2-3-1. Analyse qualitative des données

Concernant l'analyse des données floristiques, le nombre d'espèces, de genres et familles de toutes les espèces végétales rencontrées lors des inventaires dans les sites d'étude ont été déterminés. La richesse floristique R a été dénombrée dans les différents sites échantillonnés. Elle correspond au nombre total d'espèces recensées sur les sites, sans tenir compte de leur fréquence, de leur abondance relative, ni même de la taille et de la productivité des espèces rencontrées [17]. La nomenclature adoptée est celle des plantes à fleurs d'Afrique tropicale [18, 19] ; les familles, la chorologie et les types biologiques des espèces ont été précisés en référence respectivement à [20 - 22].

2-3-2. Analyse quantitative des données

Plusieurs indices ont été utilisés pour l'analyse de la diversité floristique des sites de déversement des boues de vidange dans la ville de Daloa. Il s'agit de la fréquence relative des espèces (Fr), de l'indice de diversité de Shannon (H'), de l'indice d'équitabilité de Pielou (E) et de similitude de Sørensen.

2-3-2-1. Fréquence relative

La fréquence relative indique les préférences d'un milieu pour un taxon donné. Elle consiste à compter le nombre de fois que le taxon i apparaît dans les placettes [23]. Ce nombre est exprimé en pourcentage (%) du nombre total de relevés et donne des informations sur les taxons fréquemment rencontrés dans les parcelles sans aucune indication sur leur importance quantitative [24]. Elle a été obtenue à partir de la **Relation** ci-dessous :

$$Fr = \frac{n_i}{n} \times 100 \quad (1)$$

Fr étant la fréquence relative, n_i le nombre de relevés dans lesquels est présente l'espèce i et n le nombre total de relevés.

En fonction de la valeur de Fr, trois groupes des taxons peuvent être distingués, en l'occurrence, les taxons dominants avec $Fr > 50\%$, les taxons secondaires avec $25\% < Fr \leq 50\%$ et enfin les taxons rares où $Fr \leq 25\%$.

2-3-2-2. Indice de diversité de Shannon

L'indice de diversité de Shannon (H') a été utilisé pour mettre en évidence la diversité globale d'une communauté. Tenant compte à la fois de la richesse taxonomique et de la diversité taxonomique, il permet de mesurer le degré d'organisation de la communauté [25]. Cet indice convient bien à l'étude comparative du peuplement parce qu'il est relativement indépendant de la taille de l'échantillon [26]. Plus H' augmente, plus la diversité est élevée alors le milieu est riche floristiquement [27]. Il est calculé à partir de **l'Équation** ci-dessous :

$$H' = \sum_{i=1}^R p_i \times \log_2(p_i) \quad (2)$$

H' représente l'indice de diversité de Shannon ; P_i est la fréquence relative de l'espèce i dans le peuplement ; R correspond à la richesse floristique.

2-3-2-3. Indice d'équitabilité de Piélou

L'indice d'équitabilité permet d'étudier la régularité de la distribution des taxons et de comparer la diversité de deux zones ayant des nombres de taxons différents. Il a été élaboré pour rendre compte de l'abondance relative de chaque taxon. L'équitabilité varie de 0 à 1 et traduit la qualité d'organisation d'un peuplement [28]. Elle tend vers 1, quand tous les taxons tendent à avoir une même abondance et vers 0 lorsqu'un taxon, plus résistant aux conditions du milieu que les autres, prédomine [27]. Il se calcule suivant la **Relation (3)**:

$$E = \frac{H'}{\log_2(R)} \quad (3)$$

E étant l'indice d'équitabilité, *H'* représente l'indice de diversité de Shannon, *R* correspond à la richesse floristique.

2-3-2-4. Coefficient de similitude

Le coefficient de similitude ou coefficient de communauté permet de caractériser le degré de ressemblance floristique de deux milieux. Le coefficient de Sørensen a été déterminé par la **Formule** suivante :

$$Cs = \frac{2c}{(a+b)} \times 100 \quad (4)$$

Cs étant le coefficient de similitude de Sørensen, *a* est le nombre d'espèces du milieu A, *b* le nombre d'espèces du milieu B et *c* le nombre d'espèces communes aux milieux A et B [29]. Les valeurs de *Cs* varient de 0 à 100 %. Plus les listes ont des espèces en commun, plus *Cs* tend vers 100 %. Plus les deux listes floristiques sont différentes, plus la valeur de *Cs* tend vers 0.

3. Résultats

3-1. Diversité floristique qualitative des sites

3-1-1. Richesse taxonomique des espèces végétales

L'inventaire floristique dans les 3 sites a permis de recenser 79 espèces réparties en 64 genres et 39 familles. La plus grande richesse spécifique a été enregistrée sur le site témoin avec 45 taxons de 39 genres appartenant à 30 familles. Dans les sites de déversement, 42 taxons ont été inventoriés dans l'ancien site contre 43 taxons pour le nouveau site. La variation de la richesse taxonomique des différents sites d'échantillonnage est représentée par la **Figure 3**. Par ailleurs, ces résultats ont révélé que 9 espèces inventoriées sont communes aux trois sites visités. Aussi, la famille des Poaceae est-elle la mieux représentée avec 2 taxons, en l'occurrence, *Axonopus compressus* (Sw.) P. Beauv. et *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) Clayton. Toutes les autres familles ont un seul représentant sur la liste des taxons communs aux différents sites d'échantillonnages (**Tableau 1**).

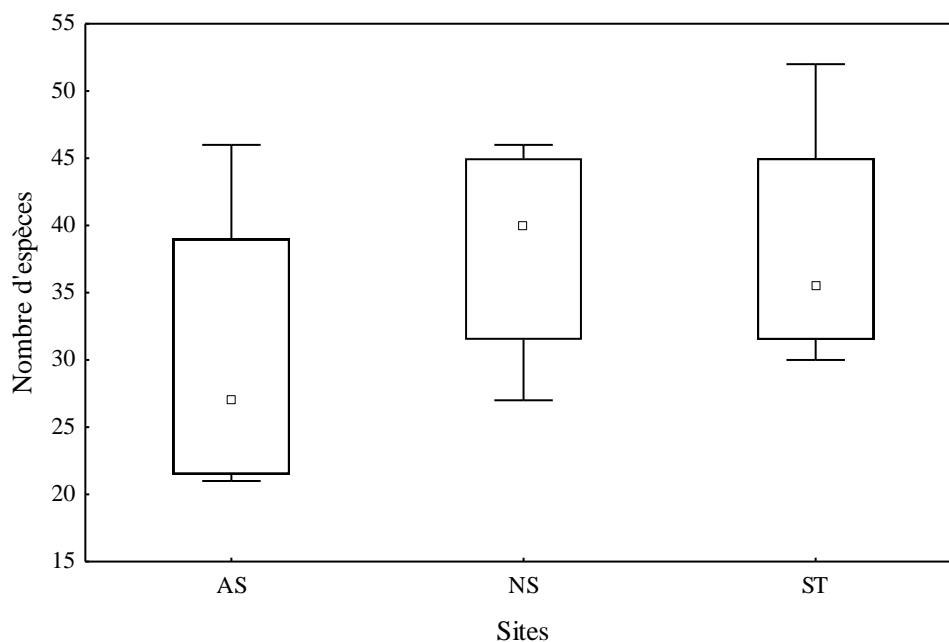


Figure 3 : Variation de la richesse taxonomique des espèces végétales sur les trois sites

Tableau 1 : Taxons communs aux trois 3 sites inventoriés

Espèces	Familles	Types biologiques	Affinités chorologiques
<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P. Beauv.	Poaceae	H	GC
<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) Clayton	Poaceae	Th	GC-SZ
<i>Alternanthera sessilis</i> (Linn.) DC.	Amaranthaceae	Ch	GC-SZ
<i>Funtumia africana</i> (Benth.) Stapf	Apocynaceae	mP	GC
<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R. M. King & H. Rob.	Asteraceae	np	GC
<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	Bignoniaceae	mP	GC
<i>Mezoneuron benthamianum</i> Baill.	Caesalpiniaceae	Lmp	GC
<i>Ipomoea triloba</i> L.	Convolvulaceae	Th	GC
<i>Sida acuta</i> Burm.f.	Malvaceae	np	GC

Th: thérophytes; H : hémicryptophytes ; Ch : chaméphytes; Me : mésophanérophyte ; np : nanophanérophyte ; Lmp : liane ligneuse ; GC-SZ : taxon de la zone de transition entre la région Guinéo-Congolaise et la région Soudanienne ; GC : taxon de la région Guinéo-Congolaise (forêt dense humide).

3-1-2. Richesse taxonomique des familles

Les familles les plus réprésentées sur les trois sites (Figure 4) sont les Poaceae avec 9 espèces soit 11,39 % puis les Polygonaceae (7 espèces) soit 7,59 % puis les Euphorbiaceae, Caesalpiniaceae, représentées chacune par 5 espèces soit 6,33 % et les Fabaceae, Cyperaceae, Apocynaceae, Amaranthaceae avec 4 espèces chacune soit 5,06 %. Les autres familles sont représentées par un nombre variant entre 1 et 3 espèces avec un taux de 1,27 à 3,80 % respectivement. Concernant l'ancien site, la famille la mieux représentée est celle des Fabaceae avec 4 espèces (9,30 %), puis les Caesalpiniaceae ensuite les Apocynaceae et enfin, les Sapindaceae. Toutes ces familles sont représentées chacune par 3 espèces soit 6,98 % du nombre total des espèces rencontrées. Par ailleurs, les résultats montrent que toutes les autres familles sont représentées par 1 ou 2 espèces avec des proportions allant de 2,33 à 4,65 %. Quant au site témoin, les familles les mieux

représentées sont identiques à celles de l'ancien site. Ce sont les Apocynaceae (8,89 %) ensuite les Caesalpiniaceae et enfin les Sapindaceae avec 6,67 % chacune. Contrairement aux deux premiers sites, le nouveau site de dépotage apparait différent quant à sa composition selon les familles. En effet, parmi les 5 familles les mieux représentées, une seule, en l'occurrence, les Caesalpiniaceae est identique aux sites cités plus haut (site témoin et nouveau site). Ainsi, on a les familles des Poaceae avec 9 espèces soit 21,4 %, qui est la plus rencontrée, les Polygonaceae avec 5 espèces (11,9 %), les Cyperaceae avec 5 espèces correspondant à 9,5 %. Les familles des Amaranthaceae, Caesalpiniaceae, et Euphorbiaceae sont représentées chacune par 3 espèces soit 7,1 %. Enfin, la famille la moins représentée est celle des Euphorbiaceae.

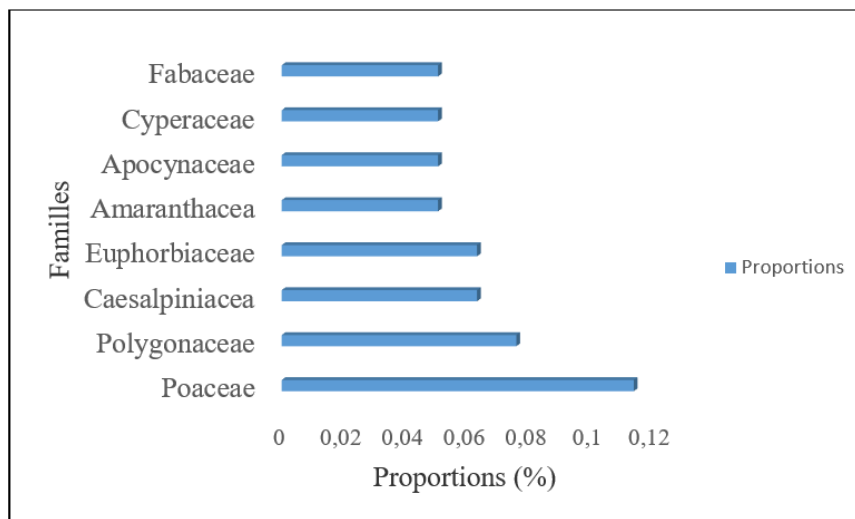


Figure 4 : Proportion des familles les plus représentées sur les trois sites

3-1-3. Composition floristique des sites

3-1-3-1. Types biologiques

La flore inventoriée sur les différents sites de dépotage appartient à sept (7) grands types biologiques (**Figure 5**), en l'occurrence les Microphanérophytes (mp), Nanophanérophytes (np), Mésophanérophytes (mP), Mégaphanérophytes (MP), Lianes Microphérophytes (Lmp), Hémicryptophytes (H), Chaméphytes (Ch) et enfin les Thérophytes (Th). En effet, les résultats montrent que les Thérophytes sont les mieux représentés avec une proportion de 36 % et le plus faible taux est enregistré au niveau des Lianes Microphérophytes (2 %). De manière spécifique, les Microphanérophytes inventoriés sur l'ancien site représentent la moitié soit 50 % de tous les types biologiques dont 21 % de lianes. Les quatre autres types biologiques recensés sur ce site concentrent l'autre moitié répartie entre les Mésophanérophytes et Nanophanérophytes avec un taux de 17 % chacun, les Thérophytes (9 %) et les Hémicryptophytes (7 %). Enfin, comme sur l'ancien site, ce sont les Microphanérophytes (48 %) dont 24 % de lianes qui sont les plus représentés sur le site témoin. Ces types biologiques sont suivis respectivement par les Mésophanérophytes (18 %), les Nanophanérophytes (16 %), les Thérophytes (9 %), les Hémicryptophytes (5%) et les Mégaphanérophytes (4 %). Par ailleurs, les résultats montrent également la présence des Chaméphytes (9 %) uniquement sur le nouveau site tandis que les Mégaphanérophytes (4 %) ont été observés seulement sur le site témoin.

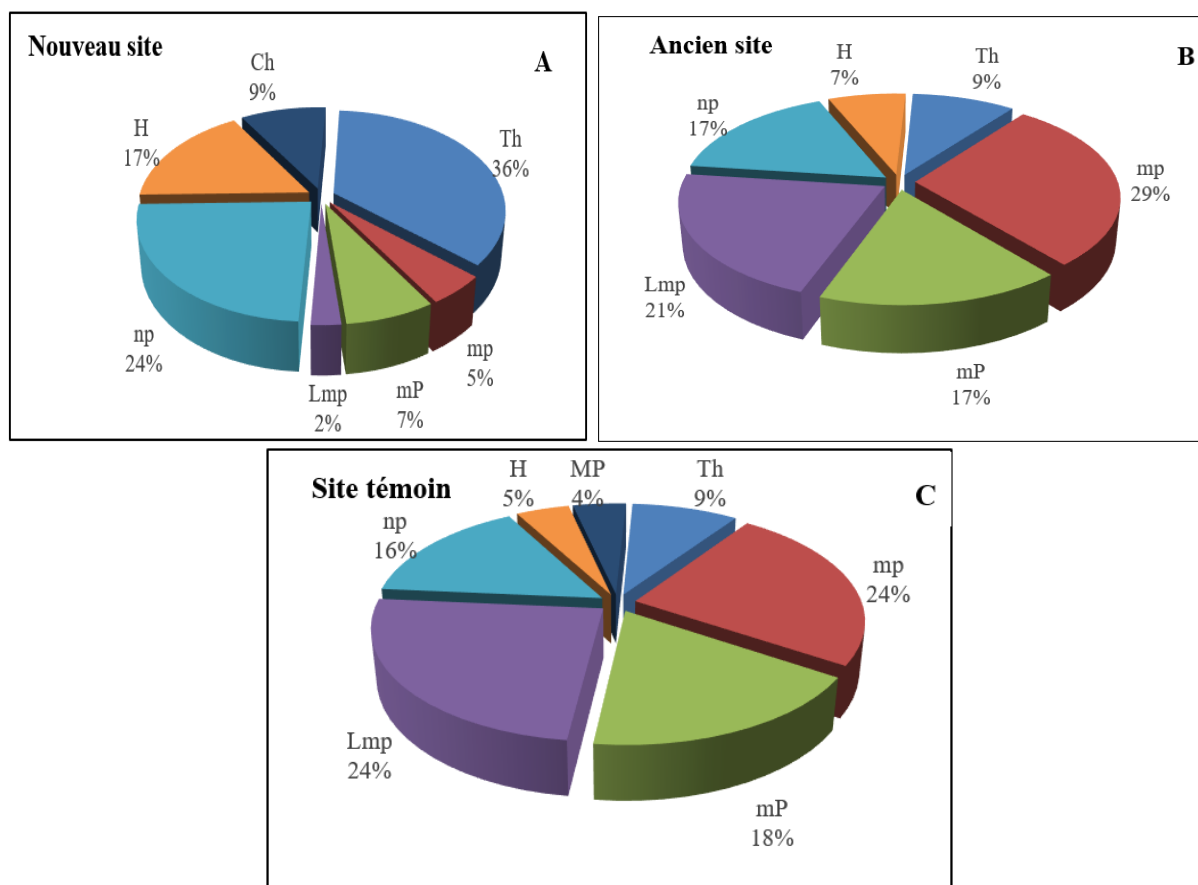


Figure 5 : *Spectre des types biologiques de la flore des sites de dépôtage*

mp : microphanérophyte ; mP : mésophanérophyte ; np : nanophanérophyte ; MP : mégaphanérophyte ; H : hémicryptophyte ; Ch : chaméphyte ; Th : thérophyte ; Lmp : Liane microphanérophyte

3-1-3-2. Affinités chorologiques

Les affinités chorologiques des espèces rencontrées sur les différents sites de vidange des fèces ont été classées en 5 groupes, en l'occurrence, les espèces de liaison Guinéo-Congolaises et Soudano-Zambéziennes (GC-SZ), les espèces Guinéo-Congolaise (GC), Soudano-Zambéziennes (SZ), celles endémiques à la région ouest-africaines (GCW) et enfin les espèces introduites (i) (**Figure 6 A, B, C**). Ainsi, au niveau du nouveau site, l'analyse des résultats montre que ce sont les espèces de liaison Guinéo-Congolaises et Soudano-Zambéziennes (GC-SZ) avec 48 % qui sont les mieux représentées suivies des espèces Guinéo-Congolaise (GC) avec un taux de 40 %. Par ailleurs, les espèces introduites (i) et Soudano- Zambéziennes (SZ) sont faiblement présentes avec 10 % et 2 % respectivement (**Figure 6 A**). Au contraire, sur l'ancien site de dépôtage (**Figure 6 B**), ce sont les espèces Guinéo-Congolaise (57 %) qui sont les plus représentées puis les espèces Guinéo-Congolaises et Soudano-Zambéziennes (36 %). En outre, les espèces introduites ont peu de représentants sur ce site avec 5 % ainsi que les espèces endémiques Ouest-Africaines (GCW) avec seulement 2 %. Enfin, les résultats montrent une similarité entre l'ancien et le site témoin en ce qui concerne l'affinité chorologique. En effet, on observe que les espèces de type Guinéo-Congolaise (GC) sont les mieux rencontrées avec un taux de 58 % contre seulement 2 % pour les espèces endémiques Ouest-Africaines (GCW). En somme, l'ancien site et le site témoin ont les mêmes affinités chorologiques avec des taux de tendances identiques. Aussi, les espèces endémiques de la région Ouest-Africain (GCW) sont-elles représentées uniquement sur ces sites (ancien et témoin) tandis que les espèces Soudano- Zambéziennes (SZ) ont été rencontrées seulement sur le nouveau site de dépôtage.

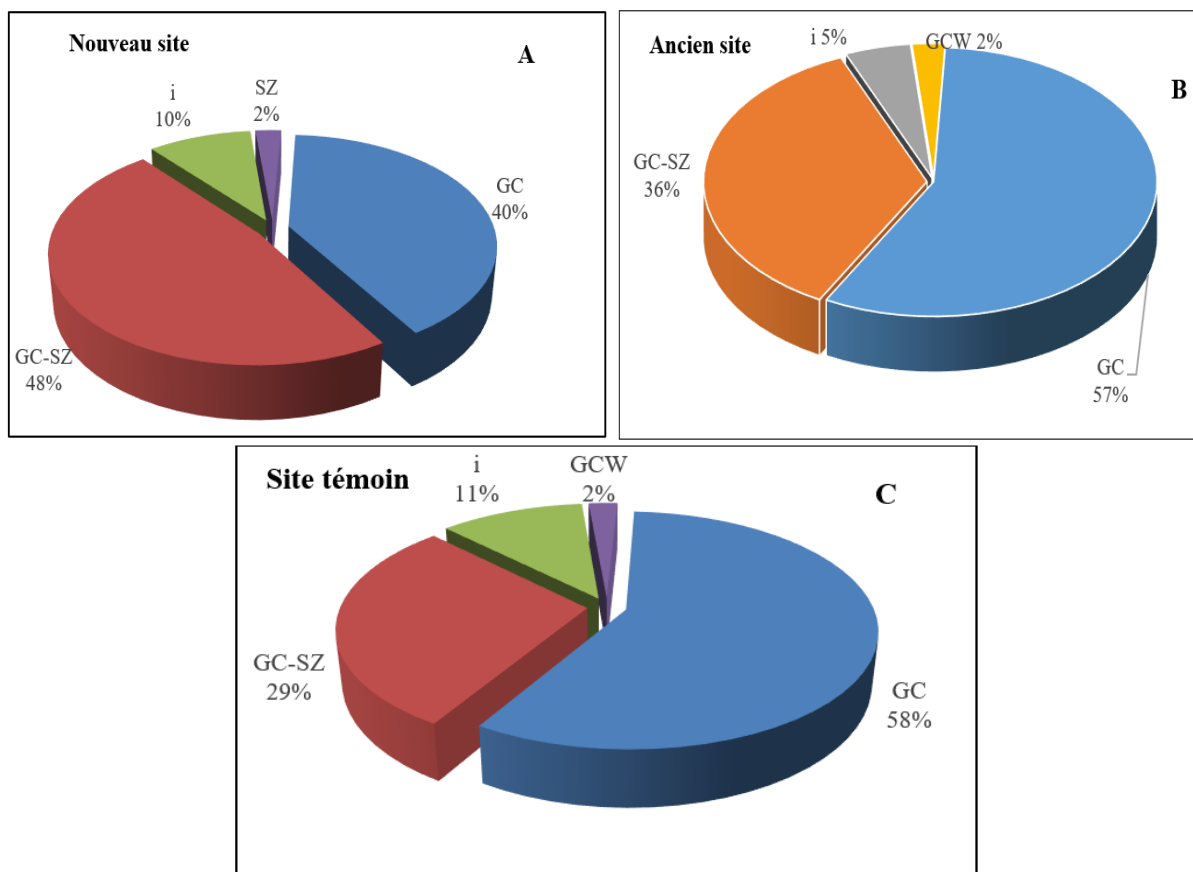


Figure 6 : Spectre chorologique de la flore des différents sites de dépôtage

GC : Guinéo-congolaises ; *GCW* : Guinéo-Congolaises endémiques ouest-africaines ;
SZ : Soudano-Zambéziennes ; *GC-SZ* : transition *GC* et *SZ*, *i* : introduites.

3-2. Diversité quantitative de la flore et structure de la végétation

3-2-1. Diversité spécifique des sites de déversement

Le **Tableau 2** présente les valeurs des indices de diversité de Shannon (H') et de Piélou des trois sites d'étude. En effet, les résultats montrent que les valeurs de l'indice de diversité de Shannon sont de 5,67 ; 5,13 et 6,10 respectivement sur l'ancien, le nouveau et le site témoin. On observe que la plus grande valeur a été obtenue sur le site témoin (6,10) et la plus faible sur le nouveau site (5,13). Quant à l'indice d'équitabilité de Piélou des 3 sites, les valeurs montrent une équitabilité de la communauté végétale avec des valeurs variant entre 0,83 et 0,86. Cet indice est identique entre l'ancienne décharge et le site témoin avec une valeur de 0,86. En effet, la valeur (0,83) du nouveau site de dépôtage des déchets est inférieure à celle des deux autres sites (**Tableau 2**). En outre, les valeurs du coefficient de Sørensen (**Tableau 3**) indiquent 85,1 % de ressemblance entre les espèces floristiques de l'ancien site et du site témoin. Cependant, la valeur la plus faible est enregistrée entre l'ancien et le nouveau site (16,3 %). En définitive, le site témoin et l'ancien site de dépôtage ont plus de similitude par rapport au nouveau site.

Tableau 2 : *Indices de diversité de Shannon et d'équitabilité de Piélou*

Sites	Indices Diversité de Shannon	Equitabilité de Piélou
Ancien	5,67	0,86
Nouveau	5,13	0,83
Témoin	6,10	0,86

Tableau 3 : *Valeurs des coefficients de Sørensen*

	Ancien site	Nouveau site
Nouveau site	16,30 %	
Site Témoin	85,10 %	22,50 %

4. Discussion

4-1. Diversité qualitative des sites

L'inventaire floristique a permis de recenser sur les différents sites de l'étude 79 espèces réparties en 64 genres et 39 familles. Par ailleurs, les familles les mieux représentées en nombre d'espèces sur les 3 sites sont les Poaceae (39 individus), Convolvulaceae (20 individus), Asteraceae (19 individus), Apocynaceae (15 individus), Caesalpiniaceae (13 individus), Euphorbiaceae (11 individus) et enfin les Amaranthaceae (9 individus). Dans ces différentes familles botaniques, les espèces rudérales sont en nombre considérable sur les trois sites inventoriés. En effet, la présence en grand nombre des espèces rudérales sur les différents sites de dépotage pourrait s'expliquer par le caractère anthropisé des milieux. Ces formations rudérales annuelles et pluriannuelles sont des végétations herbacées pionnières et post-pionnières liées aux zones perturbées et remaniées [30]. En outre, les sites de dépotage sur lesquels les prestataires chargés du transport des fèces déversent les déchets liquides sont des terrains vagues lotis. Ainsi, les espèces rudérales apparaissent-elles sur des sols exposés aux décapages, sarclages ou piétinements sporadiques et se développent sur les décombres, les gravières, les décharges et les remblais. Ces résultats confirment que la flore urbaine est constituée majoritairement d'espèces rudérales [31]. En effet, les espèces rudérales sont caractérisées par leur cycle de vie court et à fortes capacités de dispersion [32]. Ces espèces sont en particulier des graminées et d'autres espèces annuelles [33]. Par ailleurs, les résultats montrent l'absence de différence significative entre la richesse de la flore sur les trois sites. Par contre, dans leur composition floristique, le nouveau site de dépotage est différent des deux autres sites en l'occurrence l'ancien site et le témoin. Ainsi, sur le nouveau site, les Thérophytes et Nanophanérophytes représentent 60 % des espèces contre 50 % et 48 % de Microphanérophytes respectivement sur l'ancien site et le site témoin. Le déversement des fèces sur les sites n'aurait donc pas impacté la richesse floristique mais plutôt la composition floristique des différents milieux. En effet, le nombre élevé de Thérophytes et Nanophanérophytes sur le nouveau site pourrait s'expliquer par la reprise de la végétation après le passage des bulldozers pour le déblayage des sites pour les lotissements des terrains. En effet, la répartition des communautés végétales est fonction de la fréquence et du niveau de perturbation de l'écosystème sur l'ensemble des terrains vagues d'une ville. Ainsi, les espèces thérophytes sont caractéristiques des milieux récemment perturbés [34]. Par ailleurs, la proportion des espèces introduites rencontrées est faible par rapport à celle des espèces natives [35]. En effet, sur les trois sites (nouveau, ancien et témoin), les espèces endémiques aux zones guinéo-congolaises (GC) et guinéo-congolaise- zambézienne (GC-SZ) sont les mieux représentées avec des taux cumulés atteignant 80 %. La prépondérance des espèces de cette zone phytogéographique confirme l'appartenance du site de l'étude à la zone des forêts denses humides semi-décidues [36].

4-2. Diversité quantitative de la flore des sites

Les valeurs élevées de l'indice de diversité de Shannon (5,67, 5,13, 6,10) respectivement sur l'ancien site, le nouveau site et le site témoin montrent que ceux-ci sont fortement diversifiés en espèces. En effet, selon des études antérieures, la diversité d'activités humaines en ville crée et maintient une variété d'habitats (des habitats semi-naturels aux habitats fortement anthropisés) qui renferment une importante diversité d'espèces végétale le long des gradients environnementaux [37, 38]. Toutefois, le coefficient de similitude de Sørensen montre une faible ressemblance (16,30 %) entre le nouveau site, l'ancien site et le site témoin (22,5 %). En effet, l'absence de similitude entre les espèces des différents sites pourrait s'expliquer par l'impact du dépotage des boues de vidange sur la flore résiduelle du nouveau site. En effet, il est important de noter que les acteurs du secteur de vidange des fosses septiques déversent de manière incontrôlée les boues sur les sites. Ce mode de dépotage des fèces pourrait impacter négativement le développement des plantes. Par ailleurs, une charge polluante des boues de vidange très élevée [39], pourrait entraîner le flétrissement, la mort voire même l'extinction de certaines espèces végétales au niveau des décharges. Ainsi, une corrélation négative entre la DCO et l'intoxication des espèces *Daphnia pulex* Leydig et *Lactuca sativa* L. a été établie par [40]. Aussi, des auteurs ont observé des effets toxiques des fortes teneurs en $N-NH_4^+$ sur la croissance des plantes [41]. Toutefois, la différence de similitude entre l'ancien et le nouveau de dépotage pourrait être expliquée par les l'apport de nutriments aux plantes après la minéralisation des déchets sur l'ancien site abandonné. En effet, des travaux ont montré qu'en Chine, des entrepreneurs privés collectent les boues de vidange auprès des ménages utilisant les latrines à sceaux et les vendent aux cultivateurs. Ainsi, ces paysans diluent puis utilisent ces boues sans traitement spécial pour la fertilisation des cultures [42].

5. Conclusion

L'objectif de ce travail est d'évaluer l'influence des boues de vidange sur la flore résiduelle des zones urbaine et péri-urbaine des villes de Côte d'Ivoire. A l'issue de l'analyse des données, l'inventaire floristique dans les trois sites choisis a permis de répertorier 79 espèces végétales appartenant à 37 familles réparties en 64 genres. Les espèces rencontrées sont majoritairement rudérales. En outre, les Thérophytes (36 %) d'une part et les espèces endémiques à la zone guinéo-congolaises et celles de la zone guinéo-congolaise- zambézienne (80 %) d'autre part sont les mieux représentées sur les sites de dépotage de la ville de Daloa. Aussi, la faible valeur (16,30 %) du coefficient de similitude de Sørensen entre le nouveau et l'ancien site montre une dissemblance entre la flore des deux sites. Ainsi, les boues de vidange après décomposition pourraient affecter efficacement le développement et la régénération naturelle de la flore d'un site fortement anthropisé.

Références

- [1] - ONU, World Urbanization Prospect, dossier de presse, (2018) 126 p.
- [2] - I. OUATTARA, A. DIYA, Y. DIARRA, O. DEMBELE et A. KONATE, Acteurs et stratégies de gestion des déchets solides ménagers à Bamako, *Revue Africaine Des Sciences Sociales et de la Santé Publique*, 3 (2) (2022) 75 - 90
- [3] - J. R. NGAMBI, Déchets solides ménagers dans la ville de Yaoundé (Cameroun) : de la gestion linéaire vers une économie circulaire. Thèse de Doctorat en Géographie sociale et régionale, Université du Maine, Le Mans-Laval, (2015) 492 p.
- [4] - I. BOUCHER et N. FONTAINE, La biodiversité et l'urbanisation, Guide de bonnes pratiques sur la planification territoriale et le développement durable, ministère des Affaires municipales, des

- Régions et de l'Occupation du territoire, coll. «Planification territoriale et développement durable», ISBN 978-2- 550-60459-4, (2010) 178 p.
- [5] - B. KAMBIRE, M. YMBA et S. K. OUATTARA, Gestion des déchets liquides et vulnérabilité des populations aux maladies : cas de Songon-Agban, district d'Abidjan, *Tropicultura*, 36 (2) (2018) 407 - 416
- [6] - T. GNAGNE, Y. F. KOUAME et T. M. YEO, Dimensionnement, fonctionnement et exploitation des lits de Séchages à Ecoulement Non Saturé (LSENS) pour le traitement des boues de vidange des fosses septiques, *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13 (5) (2019) 114 - 121
- [7] - L. TIA, G. W. KOUKOUNGNON et Y. M. A. D-C. OBOUE, Problèmes d'assainissement et sante des populations à Port-Bouët (Côte d'Ivoire), *Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement*, 2 (2017) 104 - 115
- [8] - M. COLCANAP et P. DUFOUR, L'assainissement de la ville d'Abidjan : évaluation, recommandations, propositions d'alternatives : rapport d'expertise octobre 1981-janvier 1982. Neuilly sur Seine : Ministère de l'Environnement, (1982) 299 p.
- [9] - MINSÉDD (Ministère de la Salubrité, de l'Environnement et du Développement Durable), Document de présentation de la thématique : eau et assainissement en Côte d'Ivoire, Rapport, (2017) 6 p.
- [10] - P. TUO, M. COULIBALY et D. F. AKE-AWOMON, Gestion des eaux usées et nuisances sanitaires dans les cadres de vie des populations d'Abobo-Kennedy-Clouetcha (Abidjan, Côte d'Ivoire), *Revue Africaine des Sciences Sociales et de la Santé Publique*, 1 (1) (2019) 74 - 90
- [11] - D. A. ALLA, B. KAMBIRE et A. F. OSSEY, Impact du débordement des fosses septiques sur le cadre de vie et la santé des populations de Yopougon-andokoi (Abidjan-Côte d'Ivoire), *Revue Espace, Territoires, Sociétés et Santé*, 1 (1) (2018) 30 - 45
- [12] - A. SAVOY, Flore urbaine : entre diversité et homogénéisation. Master Sciences de l'environnement, Université de Lorraine (France), (2005) 29 p.
- [13] - ONU, Conserver la biodiversité peut améliorer la santé humaine dans les villes du monde. Rapport, (2012), <http://www.cbd.int/subnational/partners-and-initiatives/cbo>
- [14] - M. L. MCKINNEY et J. L. LOCKWOOD, Biotic homogenization : a few winners replacing many losers in the next mass extinction, *Trends in Ecology & Evolution*, 14 (1999) 450 - 453
- [15] - I. BOUCHER et N. FONTAINE, La biodiversité et l'urbanisation, Guide de bonnes pratiques sur la planification territoriale et le développement durable, ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire, collection : «Planification territoriale et développement durable», ISBN 978-2- 550-60459-4, (2010) 178 p.
- [16] - RGPH (Recensement général de la population et de l'habitat de Côte d'Ivoire). Rapport des résultats globaux, 37 p.
- [17] - V. B. B. N. BOUE, A. KOULIBALY, B. DRO, H. M. BAYOKO et K. A. N'GUESSAN, Effets des pratiques culturelles sur la diversité floristique et la production de *Coffea canephora* L. (Caféier) dans la localité de Kéibla (Daloa, Centre-Ouest, Côte d'Ivoire), *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 37 (1) (2022) 7 - 22
- [18] - J. P. LEBRUN et A. L. STORK, Enumération des plantes à fleurs d'Afrique tropicale, Ville de Genève, Editions des Conservatoire et Jardin botaniques, (1991) 249 p.
- [19] - J. P. LEBRUN et A. L. STORK, Enumération des plantes à fleurs d'Afrique tropicale : 4. Gamopétales : Clethraceae à Lamiaceae, (1997) 712 p.
- [20] - A. CRONQUIST, An Integrated System of Classification of Flowering Plants, Columbia University Press, ISBN : 0231038801, (1981) 1262 p.
- [21] - L. AKÉ-ASSI, Flore de la Côte d'Ivoire 1, catalogue, systématique, biogéographie et Écologie. Genève, Suisse : Conservatoire et jardin Botanique de Genève ; Boissiera, 57 (2001) 396 p.

- [22] - L. AKÉ-ASSI, Flore de la Côte d'Ivoire 2, catalogue, systématique, biogéographie et Écologie. Genève, Suisse : Conservatoire et Jardin Botanique de Genève, Boisseria, 58 (2002) 441 p.
- [23] - R. DAJOZ, Précis d'écologie. 7^{ème} Edition. Dunod, Paris, (2000) 615 p.
- [24] - E. J. HYSLOP, Stomach contents analysis : a review of methods and their application, *Journal of Fish Biology*, 17 (4) (1980) 411 - 429
- [25] - C. E. SHANNON, A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 27 (1948) 379 - 423
- [26] - F. RAMADE, Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale. 2^{ème} Edition. Ediscience, Paris, 5 (1994) 79 p.
- [27] - E. SEOU, L. AKAME et T. BOUKPESSI, Diversité floristique et caractéristiques structurales des groupements végétaux du bassin du Zio (Sud-Togo), *Géographie physique et environnement*, 17 (2022) 83 - 98
- [28] - E. C. PIÉLOU, An introduction to mathematical ecology. Wiley Interscience, New York, (1969) 579 p.
- [29] - T. A. SORENSEN, A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content, and its application to analyses of the vegetation on Danish commons, *Kongelige Danske videnskabernes selskabs skrifter*, 5 (1948) 1 - 34
- [30] - A-L. MAIRE, Y. BOURGUIGNON, P. MARTIN, F. MOMBRIAL, P. PRUNIER, Formations rudérales annuelles et pluriannuelles. Guide des milieux naturels de Suisse, (2020) 10 p.
- [31] - M. SAULAIS, Colonisation végétale des bassins d'infiltration et de rétention : caractérisation de la flore et évolution des caractéristiques physico-chimiques de l'horizon de surface végétalisé. Thèse INSA, Lyon, (2011) 245 p.
- [32] - I. KOWARIK, Novel urban ecosystems, biodiversity and conservation, *Environmental Pollution*, 159 (2011) 8 - 9
- [33] - M. L. MCKINNEY, Urbanization, biodiversity, and conservation, *Bioscience*, 52 (2002) 883 - 890
- [34] - E. A. FRANSCESCHI, The ruderal vegetation of Rosario City, Argentina, *Landscape and Urban Planning*, 34 (1) (1996) 11 - 18
- [35] - D. SAINT-LAURENT, Approches biogéographiques de la nature en ville : parcs, espaces verts et friches, *Cahiers de Géographie de Québec*, 44 (122) (2000) 127 - 270
- [36] - N. F. KOUAME, Influence de l'exploitation forestière sur la végétation et la flore de la forêt classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). Thèse 3^e cycle Université (d'Abidjan), (1998) 227 p.
- [37] - R. WITTIG et U. BECKER, The spontaneous flora around street trees in cities. A striking example for the worldwide homogenization of the flora of urban habitats in *Flora : Morphology, Distribution, Functional Ecology Of Plants*, 205 (10) (2010) 704 - 709
- [38] - I. KOWARIK, Novel urban ecosystems, biodiversity and conservation, *Environmental Pollution*, 159 (2011) 8 - 9
- [39] - A. LABELLE, Utilisation des boues d'usines d'épuration et risques pour la santé. BISE (Bulletin d'Information Environnementale). Maurice-Bois : France, (1995) 23 p.
- [40] - J. C. SÁNCHEZ-MEZA, V. F. PACHECO-SALAZAR, T. B. PAVÓN-SILVA, V. G. GUIÉRREZ-GARCÍA, CD. J. AVILA-GONZÁLEZ et P. GUERRERO-GARCÍA, Toxicity assessment of a complex industrial wastewater using aquatic and terrestrial bioassays *Daphnia pulex* and *Lactuca sativa*, *Journal of Environmental Science and Health*, 42 (10) (2007) 1425 - 1431
- [41] - A. JAMPEETONGA, H. BRIX et S. KANTAWANICHKUL, Response of *Salvinia cucullata* to high NH₄⁺ concentrations at laboratory scales, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 79 (2012) 69 - 74
- [42] - F. KLINGEL, A. MONTANGERO, D. KONE et M. STRAUSS, Gestion des boues de vidanges dans les pays en développement-Manuel de planification. EAWAG/SANDEC, première édition, (2002) 57 p.