



Available online at <http://www.ifgdg.org>

Int. J. Biol. Chem. Sci. 16(1): 400-417, February 2022

ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print)

**International Journal
of Biological and
Chemical Sciences**

Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Impacts de l'urbanisation sur quelques écosystèmes forestiers de la ville de Douala

Ivant Stevy NGANMO et Richard Jules PRISO*

Laboratoire de Biologie et de Physiologie des Organismes Végétaux, Faculté des Sciences, Université de Douala. BP 24157 Douala, Cameroun. Email: Stevynganmo670@yahoo.com; Tél : +237 670 342 355 ; +237 693 442 847

**Auteur correspondant ; E-mail : r_Priso@yahoo.fr; Tél : (+237) 696 93 79 38 / 677 81 57 65*

Received: 22-09-2021

Accepted: 17-02-2022

Published: 28-02-2022

RESUME

L'urbanisation engendre le plus souvent l'altération des écosystèmes. La conséquence ultime est la disparition de nombreux massifs forestiers et la simplification des écosystèmes. Cette étude avait pour objectif d'évaluer les répercussions de l'urbanisation sur les écosystèmes forestiers de la ville de Douala. Des enquêtes semi-structurées participatives ont été réalisées auprès de 94 ménages à Logbessou et à Lendi associées aux recherches documentaires et à l'analyse des cartes d'occupation du sol. De même, des inventaires floristiques ont été effectués. L'analyse des données a montré de nombreuses transformations spatio-temporelles dans la zone d'étude. De nos jours, Douala compte un total de 22 451 ha d'espaces agglomérés avec une évolution de 2,4% par an et un total de 3 347 500 individus dont le rythme de croissance est de 1,7% par an. 67 espèces végétales distribuées dans 57 genres et regroupées au sein de 38 familles ont été recensées. Les zones à urbanisation avancée possédaient les plus forts taux d'espèces avec respectivement 29, 34 et 26 espèces. Dans la zone périphérique à faible urbanisation, 20 espèces ont été recensées. Le tissu urbain de la ville de Douala et la taille de sa population évoluent à un rythme croissant au détriment des forêts.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés: biodiversité, développement durable, Douala, étalement urbain.

Impacts of urbanization on some forest ecosystems in the city of Douala

ABSTRACT

Urbanization most often leads to ecosystems alterations. The ultimate consequence is the disappearance of many forest massifs and the simplification of ecosystems. This study aimed to assess the impact of urbanization on the forest ecosystems of the city of Douala. Participatory semi-structured surveys were carried out with 94 households in Logbessou and Lendi associated with documentary research and analysis of land use maps. Similarly, floristic inventories were taken into account. Data analysis showed many spatio-temporal transformations in the study area. Nowadays,

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v16i1.34>

8963-IJBSCS

Douala has a total of 22, 451 ha of agglomerated spaces with an evolution of 2.4% per year and a total of 3,347,500 individuals whose growth rate is 1.7% per year. 67 plant species distributed in 57 genera and grouped within 38 families have been identified. The areas with advanced urbanization had the highest species rates with 29, 34 and 26 species respectively. In the peripheral zone with low urbanization, 20 species have been identified. The urban fabric of the city of Douala and the size of its population are evolving at an increasing rate to the detriment of forests.

© 2022 *International Formulae Group. All rights reserved.*

Keywords: biodiversity, Douala, sustainable development, urban sprawl.

INTRODUCTION

Le continent africain a perdu 52 millions d'hectares de forêts entre 1900 et 2000, représentant 56% de la réduction du couvert forestier mondial (FAO, 2014). Cette dégradation des ressources naturelles est principalement liée aux pratiques de gestion non durables (surpâturage, besoin énergétique croissant, forte démographie toujours croissante, déboisement, surexploitation des ressources fourragères, exploitation industrielle accrue) (Ballo et al., 2016 ; Kouakou et al. 2017 ; Temgoua et al., 2018a). Les forêts et les formations boisées couvrent une superficie d'environ 675 millions d'hectares, soit environ 17% de la superficie forestière mondiale et 23% de la superficie de l'Afrique (FAO, 2011). Selon Bozongo (2018), dans le bassin du Congo, le taux de déforestation a connu une nette progression entre les périodes 1990 - 2000 et entre 2000-2005, respectivement de 0,09% à 0,17%.

Au Cameroun, on note un recul de la surface forestière d'environ 220 000 ha par an (FAO, 2010). Les forêts denses représentaient 71% du couvert forestier, soit environ 1 909 104 ha, contre 29% des forêts non denses, soit environ 7 763 960 ha (Ciza et al., 2015). Ndobe et Mantzel (2014), estiment qu'entre 1990 et 2010, les surfaces boisées du pays ont régressé d'environ 4 400 000 ha, soit 18,1% du couvert forestier. Les écosystèmes forestiers de manière générale jouent un rôle primordial en termes de biens et de services écosystémiques (préservation de la biodiversité, régulation des cycles hydriques, formation des sols et stockage du carbone) et de développement économique (Tchatat et Ndoye, 2006). Le réseau des zones boisées, des groupes d'arbres

et des arbres isolés se trouvant à l'intérieur et autour d'une ville assure un vaste éventail de fonctions comme réguler le climat; stocker le carbone; éliminer les polluants atmosphériques; réduire le risque d'inondation; contribuer à la sécurité alimentaire, énergétique et hydrique; et améliorer la santé physique et mentale des habitants. Les forêts embellissent les villes et sont déterminantes pour la cohésion sociale; elles pourraient même aider à réduire la criminalité. Au Cameroun comme partout sur le globe, l'urbanisation est l'un des véritables facteurs de dégradation irréversibles des écosystèmes tropicaux. L'urbanisation est l'activité anthropique qui crée les paysages les plus modifiés par l'homme et mène pour la plupart des temps à une utilisation du sol qui est irréversible (Seto et al., 2011).

Devant une problématique aussi complexe, la connaissance des impacts potentiels de l'urbanisation sur les écosystèmes forestiers s'avère très importante pour l'élaboration d'un plan de gestion de ces forêts. Cette étude visait à évaluer les répercussions potentielles de l'urbanisation sur les écosystèmes forestiers de la ville de Douala.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Zone d'étude

Douala qui est le chef-lieu de la région du Littoral, est une ville cosmopolite située au fond du Golfe de Guinée. Elle est traversée par plusieurs cours d'eaux dont le principal est le fleuve Wouri. Elle représente la métropole la plus peuplée de la zone CEMAC avec plus de 2,5 millions d'habitants. Les coordonnées géographiques de Douala sont comprises entre 04°03-04°57 N et 09°42-09°47'E, altitude 10m

et la superficie est d'environ 31.984 km² (Priso et al., 2012). Le climat est équatorial avec une longue saison des pluies (mars-novembre) et une courte saison sèche (décembre-février). Les précipitations annuelles moyennes sont d'environ 4m et la température annuelle moyenne est d'environ 26°C (Din et al., 2002). La végétation naturelle est dominée par la forêt dense humide sempervirente littorale, les mangroves et les marécages. Les écosystèmes au centre-ville comprennent des sites perturbés ou la coupe se réalise fréquemment, empêchant les processus de succession. Elle comprend six communes d'arrondissement dont cinq communes centrales et une île très peu habitée, située au sud de Youpwé qui constitue la sixième commune (Manoka). Les quartiers Logbessou et Lendi qui ont fait l'objet de cette étude (Figure 1) sont localisés dans le 5^{ème} arrondissement.

Comme par ailleurs dans les différentes villes industrialisées du monde et d'Afrique en particulier, il existe plusieurs niveaux de constructions routières, industrielles et d'habitation. Ainsi, des milieux naturels comme les mangroves, les marécages ou les écosystèmes forestiers sont dégradés par les riverains à la recherche des terres pour construire des maisons ou des industries (Din et al., 2002 ; Dong et al., 2008).

Caractérisation du climat de la zone de l'étude

Le climat de Douala ou climat équatorial, domaine camerounien, type camerounais maritime montre d'abondantes précipitations qui peuvent atteindre 4000mm / an tandis que la température moyenne annuelle oscille autour de 27°C. Din et al. (2008) pensent que son humidité relative reste élevée toute l'année et avoisine 100%.

Caractéristiques physiques et biologiques

L'hydrographie est dominée ici par le Wouri qui est l'unique fleuve traversant la ville de Douala dans sa partie Nord-Ouest et qui s'écoule suivant une direction NE-SW et alimenté par quelques rivières traversant les quartiers Nord et Ouest. Les autres rivières, quant à elles, se jettent dans la Dibamba. Ces cours d'eau circulent dans les bas-fonds inondables de la ville de Douala et assurent

ainsi le drainage des cinq bassins versants qui sont assez vulnérables aux pluies. On peut citer la Besseke, le Mboppi, la Mbanya, le Tongo-Bassa, la Nsapé (Djeuda et al., 2005).

La végétation de la région écologique du site d'étude est constituée de plusieurs strates qui se succèdent de la côte vers l'intérieur. Celles-ci, bien que appartenant à la forêt ombrophile, sont caractérisées chacune par une espèce bien définie. La mangrove s'étend sur les rives de l'estuaire du Wouri, les embouchures de la Sanaga et du Nyong. La forêt littorale de basse altitude succède à la mangrove et s'étend sur un rayon de 50 à 100 km autour de Douala. L'essence dominante ici est le *Lophira alata*. Vers l'intérieur et jusqu'à 100 à 150 km, s'étend la forêt biafréenne de basse et moyenne altitude, dense et humide. Au Nord, l'altitude plus élevée fait apparaître une forêt semi-décidue à Sterculiacées, pratiquement détruite et remplacée sur une large échelle par les plantations agricoles industrielles (caféiers, palmiers à huile, bananeraie et hévéa).

Choix des sites

Deux zones ont été choisies pour l'étude d'impacts de l'urbanisation sur les écosystèmes forestiers de la ville de Douala après plusieurs prospections sur le terrain. Le choix de ces zones était basé sur l'état de leur végétation (moins dégradée, fortement dégradé...), leur position géographique par rapport à l'évolution de l'urbanisation et la situation des points d'échantillonnage par rapport au sens de l'étalement urbain (c'est-à-dire du point le plus urbanisé vers le moins urbanisé). Après ces différentes prospections, les quartiers Logbessou et Lendi ont été retenus pour les inventaires.

Démarches méthodologiques

Données utilisées

Des données issues des images satellitaires téléchargées, des documents ainsi que celles obtenues sur le terrain à l'aide des fiches d'enquêtes, de l'inventaire de la biodiversité et des observations directes ont été utilisées dans le cadre de cette étude.

Examination de l'évolution de l'urbanisation et de la démographie

L'étude de l'évolution de l'urbanisation était basée sur le traitement des résultats issus des fiches d'enquêtes qui ont été réalisées auprès des riverains, ainsi que sur l'analyse des cartes démographiques, de la végétation accompagnées d'images satellitaires de la ville et ses environs afin d'appréhender les modes d'occupation des sols. Les données obtenues des recherches documentaires ou des structures spécifiques telles que la CUD (Communauté Urbaine de Douala), le BUCREP (Bureau Central de Recensement de la Population) sur l'urbanisation et la démographie ont aussi été utilisées pour examiner leur évolution.

Les investigations et des entretiens semi-structurés participatifs ont été réalisés au moyen d'une fiche d'enquête comportant des questions ouvertes et des questions fermées suivant la méthode de Mapongmetsem et al. (2000). Ces enquêtes ont été menées dans les ménages des quartiers Logbessou et Lendi et la durée de chaque entretien était en moyenne de 45 minutes. Chaque enquête était généralement suivie de quelques minutes de communication ouverte afin de recueillir le ressenti de chaque enquêté sur la problématique abordée. Ces données supplémentaires, qui constituent par ailleurs une donnée non négligeable, ont par la suite été utilisées pour mieux comprendre et interpréter les résultats des enquêtes. L'intérêt d'une telle démarche réside dans le fait que, au moment où les questions sont posées et les réponses notées, l'enquêté a de manière significative un peu de retenue par rapport à ce qu'il devrait ou ne devrait pas dire. Aussi, ces commentaires ont été considérés comme des sous-entretiens en complément aux questionnaires d'enquêtes qui, même en permettant d'obtenir des données quantitatives et parfois qualitatives pour des analyses statistiques, ne sont pas toujours suffisant pour faire des analyses de manière objective et pour confirmer les informations obtenues auprès des riverains. Ces enquêtes ont été associées aux cartes d'occupation du sol et aux données tirées des recherches documentaires (CUD et du BUCREP).

Un entretien auprès de 94 personnes responsables chacune d'un ménage ou foyer a permis de connaître l'évolution de l'urbanisation et de la démographie dans la ville de Douala, d'évaluer leur connaissance sur les écosystèmes forestiers et sur les espèces qu'ils peuvent avoir dans leurs forêts et leur importance. L'âge de ces 94 individus variait de 20 à 60 ans. L'échantillon observé était constitué de 60 femmes et de 34 hommes. Il n'y avait pas un choix préférentiel sur le critère genre des personnes à enquêter.

Inventaire de la biodiversité

Les inventaires phytosociologiques basés sur toutes les espèces ont été effectués sur quatre (04) sites dans la zone d'étude. A chaque site, étaient choisies des stations homogènes et représentatives où les relevés ont été réalisés suivant la méthode classique de Braun-Blanquet. Dans chaque site, des relevés de 100 m² (10 m×10 m) ont été réalisés (Figure 2) soit une superficie de 2100 m² pour la zone d'étude. Les différents sites inventoriés ont été choisis suivant une droite linéaire allant d'un point central c'est-à-dire le point le plus urbanisé vers la périphérie de la ville, ceci dans le but de comparer les espèces rencontrées et de mieux cerner l'impact de l'urbanisation galopante sur les écosystèmes forestiers. A l'intérieur de chaque relevé de 100 m², ont été recensées toutes les espèces.

Paramètres étudiés

Pour réaliser ce travail, deux critères essentiels ont été pris en compte. La technique de base de l'étude de la diversité spécifique des écosystèmes qui consiste à dresser une liste des éléments constitutifs de ces milieux à travers une simple énumération des caractéristiques communes ou non aux différents éléments. Ces caractéristiques recherchées étaient donc de deux ordres :

1. La composition de la communauté qui correspond à une liste d'espèces retrouvées dans les différents milieux. Elle permet de lister les espèces communes ou non aux milieux étudiés et dans ce cas la diversité spécifique mesure la richesse et l'abondance spécifique de ces communautés;

2. La dynamique de la communauté qui permet d'évaluer l'évolution dans le temps et dans l'espace de la diversité spécifique des milieux d'étude en réponse à des perturbations écologiques.

Diversité spécifique de Shannon-Weaver

L'indice de diversité de Shannon-Weaver « H' » dont l'unité de mesure encore appelée « unité d'indétermination de Shannon-Weaver » est le « bit ». Le calcul de l'indice de diversité spécifique des sites inventoriés a été appliqué suivant la formule :

$$H' \text{ (bit)} = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

Où P_i est la probabilité d'occurrence a été calculée par la formule :

$$P_i = \frac{RM_i}{RM_t}$$

Avec RM_i , le recouvrement moyen de l'espèce i , RM_t le recouvrement moyen total et S le nombre total d'espèces. Le recouvrement moyen d'une espèce (RM_i) est le pourcentage que cette espèce occupe dans un milieu donné. Dans l'étude RM_i a été déterminé par la

$$RM_i = \frac{\sum R_i}{N}$$

Avec R_i = recouvrement de l'espèce i dans un relevé et N le nombre de relevés (Priso et al., 2012).

$H' = 0$ quand l'échantillon ne contient qu'une seule espèce (ou une espèce dominante) et augmente à mesure que s'accroît le nombre d'espèces. Pour un nombre donné d'espèces, H' est maximal quand toutes les espèces sont également représentées par le même nombre d'individus c'est-à-dire une situation de régularité spécifique parfaite des abondances.

Régularité ou équitabilité de Piélou

Déduit de l'indice de diversité de Shannon-Weaver H' , la régularité permet de déterminer l'état de la végétation. Elle varie de 0 à 1 et est donnée par la relation suivante :

$$R = \frac{H'}{H'_{max}}$$

H'_{max} est la diversité maximale et correspond à $(\log_2 S)$ où S est le nombre total des espèces (Priso et al., 2012).

R tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs sont concentrés sur une seule espèce et tend vers 1, lorsque les individus sont équitablement répartis dans les espèces (Priso et al., 2012).

Analyse statistique

L'analyse statistique a été effectuée à l'aide du logiciel RStudio pour la détermination des relations entre les sites d'étude.

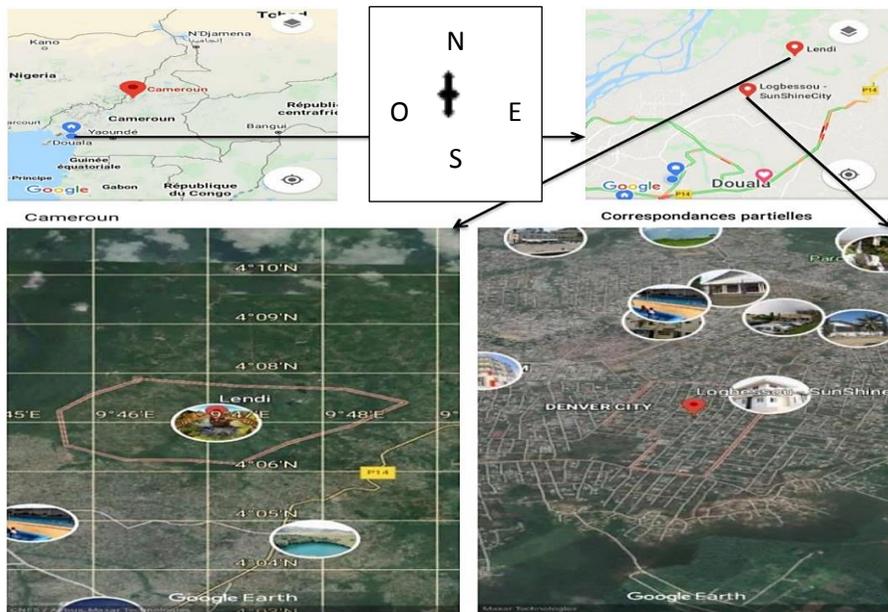


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude.

10m



Figure 2 : Réalisation des relevés.

RESULTATS

Caractérisation de l'évolution des plans d'occupation des sols

La zone d'étude a présenté une urbanisation galopante, laquelle se faisait déjà ressentir dans les villages périphériques par l'occupation consécutive et rapide des sols comme la montre les Figures 3 ; 4 et 5. Les données obtenues durant les investigations sur une période de près de cinq mois (allant d'Octobre 2019 à Février 2020) de terrain, ont présenté plusieurs mécanismes liés à l'urbanisation à savoir la construction des routes, des hôpitaux, des petites et moyennes entreprises (briqueterie modernes dans la plupart des cas), des habitats et la fragmentation des espaces forestiers en plusieurs lots de terrain avec pour but de les occuper dans les temps à venir. Ces mécanismes allaient de façon consécutive et anarchique dans tous les sens avec un paysage extrêmement bétonné.

Sur 94 personnes qui ont été enquêtées en vue d'obtenir leur avis sur l'évolution de

l'urbanisation et de la démographie dans la zone d'étude, 74 personnes (78,7%) contre 20 ont suggéré une urbanisation accélérée avec une forte dégradation des écosystèmes depuis leur installation dans la zone étudiée. Cette suggestion appuyée à de nombreuses séances d'observations sur le terrain et associées à l'analyse des cartes d'occupation des sols ont permis de constater avec ferveur que le phénomène d'urbanisation évoluait à un rythme exponentiel jusqu'aux petits villages de la zone d'étude. Parmi les 20 autres (21,3%), certains ont refusé de donner leur avis par rapport au phénomène d'urbanisme sous prétexte de ne pas faciliter un sondage pouvant entraîner la destruction de leurs habitats dans les jours à venir.

Caractérisation de la structure urbaine des différents sites d'étude

Zone de Logbessou (site 1 et 2)

Logbessou s'est présenté sur des images obtenues (Figure 3) comme un point à urbanisation croissante matérialisée par de nombreuses infrastructures, des bruits sonores

ainsi qu'un trafic routier très important. Des structures destinées à la célébration des cultes, des sociétés de production à l'exemple de celle destinée à la société Tampico, des briqueteries modernes fabriquant des milliers de parpaings, pavés et autres pour la construction et des grandes structures éducatives témoignant ainsi cette urbanisation.

Zone de Lendi centre (site 3)

Après plusieurs séances d'observations sur le terrain et de recherche documentaire, la zone de Lendi (Figure 4) a montré une évolution urbaine moins importante par rapport à celle de Logbessou. On y retrouve encore des espaces non bâtis, une atmosphère moins chaude et on note certains cris d'animaux sauvages caractérisant ainsi la présence de la nature.

Zone de Lendi périphérique (site 4)

Cette partie de terrain (Figure 5) a été caractérisée par une structure très différente des autres avec une urbanisation faible, une couche végétative très importante malgré déjà sa fragmentation en plusieurs différents lots; la présence des animaux sauvages. Cette caractérisation particulière peut s'expliquer par le fait que, cette localité est un point périphérique c'est-à-dire très éloigné du centre-ville et n'abrite pas encore un nombre important de la population. Une (01) à deux (02) maisons par hectare y ont été observées.

Examination de la croissance démographique

La population de la ville de Douala s'accroît au fil des temps et est essentiellement constituée de jeunes appartenant à des ethnies différentes dont les autochtones et les allogènes. Cette population a vu son effectif se multiplier presque par trois durant les 15 dernières années et l'arrondissement de Douala 5 renferme les 15,76% de cet effectif soient environ 544 919 individus avec une densité allant de 0 à 350 hab./ha.

A l'issue des travaux de terrain, il en ressort que, sur les 94 individus enquêtés, 78,8% de cet échantillon ont vu la taille de leur famille augmenter depuis leur installation dans la zone. Cette augmentation n'était pas nécessairement liée à l'accroissement naturel mais en majorité à l'exode rural caractérisé par la recherche des conditions de vie meilleures ou alors par le phénomène de crise socio-politique qui sévit dans certaines régions voisines de la zone d'étude.

Ainsi, l'urbanisation accélérée et anarchique de la zone d'étude était étroitement liée à la croissance démographique de la ville de Douala (Figure 6) à laquelle on peut y ajouter de nombreuses crises socio-économiques et politiques qui ont frappé le Cameroun depuis le milieu des années 1980 jusqu'à celles qu'il traverse de nos jours. De 1970 à 2011, la ville de Douala a gagné 22 451 ha, soit une superficie de 2,4%, ce qui est égal à une augmentation de 547,6 ha/an et de 1960 à nos jours, sa population est passée à 3 347 500 individus soit une augmentation de 1,7% équivalent à 55 792 personnes par an.

Suite à ces observations, il apparaît que, lorsque la population d'une zone croît au fil des temps, l'étalement urbain y suit et les écosystèmes régressent et finissent par disparaître si aucune mesure n'est mise en œuvre pour les sauvegarder. De même l'analyse des figures (Figure 6 et Figure 7) permet de conclure que, la croissance rapide de la population accompagnée d'une urbanisation similaire conduit à une forte demande en produits forestiers, une croissance des espaces agraires au détriment du couvert forestier et une augmentation des espaces urbains ainsi qu'une conversion des valeurs de la forêt.

Inventaire de la biodiversité dans la zone d'étude

Composition floristique et diversité spécifique

L'inventaire de la diversité floristique a permis de recenser un total de 67 espèces distribuées dans 57 genres et regroupées au

sein de 38 familles. 31 genres et 20 familles ont été recensés à Logbessou site 2 (Zone urbanisée), 20 genres et 18 familles recensés à Lendi site 4 (zone non urbanisée). Le Tableau 1 illustre le nombre d'espèces, de genres et de familles dans chaque zone d'étude.

L'indice de diversité de Shannon-Weaver est compris entre 3,5 bits (site 4) et 4,3 bits (site 2). L'équitabilité varie de 0,8 (site 1, 2 et 4) à 0,9 (site 3). Ces valeurs de l'indice de Shannon-Weaver et de la richesse spécifique du peuplement traduisent une diversité moyennement importante. Le Tableau 2 présente les indices de diversité pour chacune des zones inventoriées.

Ces résultats ont montré que dans les zones à urbanisation avancée, la majorité des espèces rencontrées étaient des hémicryptophytes et des chamephytes appartenant à la famille des Asteraceae. Quelques phanérophytes rencontrés étaient des arbres fruitiers plantés par l'Homme. Dans la zone périphérique, presque toutes les espèces recensées appartenaient à la classe des phanérophytes forestiers. Ainsi, lorsque le phénomène de développement urbain évolue, les écosystèmes forestiers disparaissent laissant place aux herbacées, et aux agrumes dans certains cas. Le Tableau 3 présente la liste des espèces inventoriées.

La distribution des espèces a montré que *Alchornea cordifolia*, *Cecropia peltata*, *Dacryodes edulis* et *Elaeis guineensis* étaient les espèces présentes dans tous les sites par contre les espèces telles que *Carica papaya*, *Manihot esculenta*, *Panicum maximum*, *Saccharum officinarum*, *Vernonia amygdalina*, *V. cinerea* et *Voacanga africana* se trouvaient que dans les milieux urbanisés (site 1, 2 et 3). *Bambusa alpina*, *Fagara heitzii*, *Garcina kola*, *G. lucida*, *Gnetum africanum*, *Kiguelia africana*, *Macaranga spinosa*, *Nephrolepis biserrata*, *Ricinodendron heudelotii*, *Piptadeniastrum africanum* et *Pycnanthus*

angolensis étaient présentes uniquement dans le site situé à la périphérie de la ville et considéré comme la zone la moins urbanisée (Lendi ; site 4).

L'analyse en composantes principale a montré une discrimination importante le long de l'axe vertical, en particulier entre la zone la moins urbanisée (Lendi site 4) et celles plus urbanisées (Logbessou site 1 et 2 et Lendi site 3). Une corrélation a été observée entre les zones urbaines et l'axe un (axe horizontal) avec une corrélation très positive entre le site 2 et le site 3 (Figure 8). Cette corrélation positive montre que les espèces trouvées à Logbessou site 2 et Lendi site 3 ont une probabilité d'occurrence de se trouver dans un même milieu. L'absence de corrélation entre la zone non urbanisée (Lendi site 4) et les zones urbanisées traduit que, la quasi-totalité des espèces rencontrées dans la zone non urbanisée ne peuvent être présente que dans un site similaire à ce dernier c'est-à-dire ayant les mêmes caractéristiques.

Variation de la diversité biologique par site d'étude

L'analyse des inventaires effectués dans les différents points d'étude, a permis de constater que les zones à l'urbanisation déjà avancée (site 1, 2 et 3) montraient un nombre important d'espèces de l'ordre de 29, 34 et 26 pour chacune d'elle par contre le dernier site qui est un point moyennement urbanisé a le plus faible taux d'espèces (20) par rapport aux autres. Cette diversité biologique faible peut s'expliquer par une pauvreté des espèces du sous-bois dans une zone à couverture forestière dominée par les grands arbres. Cependant, dans les milieux à espace aérien libre, les rayons solaires qui y arrivent jusqu'au sous-bois favorisent le développement de toutes les espèces conduisant ainsi à une diversité biologique assez importante dans les points à forte urbanisation.

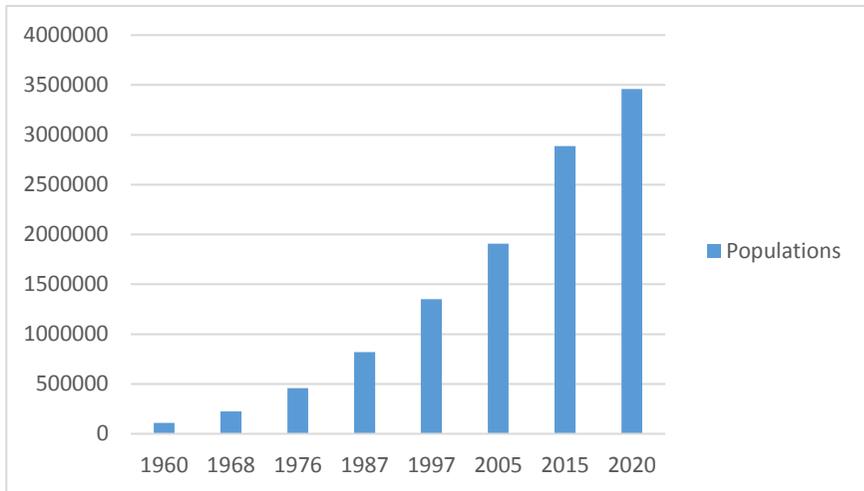


Figure 6 : Evolution de la population de Douala de 1960 à 2020.

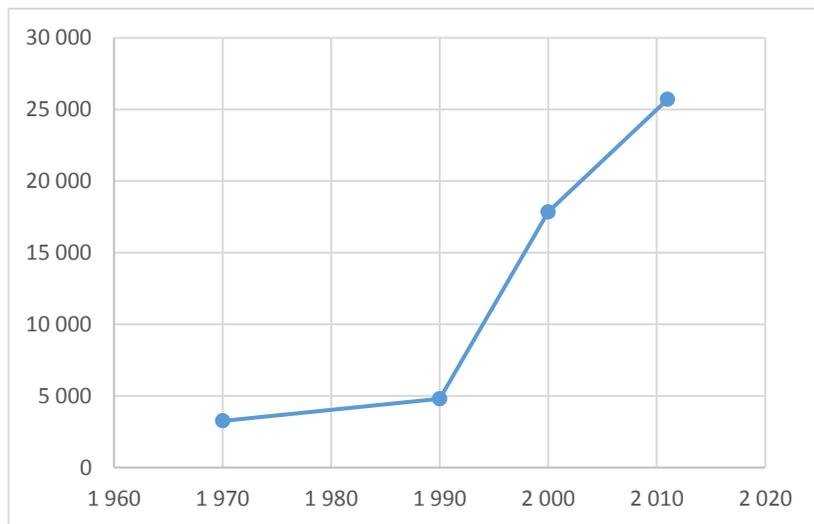


Figure 7 : Evolution du tissu urbain de Douala de 1960 à 2010.

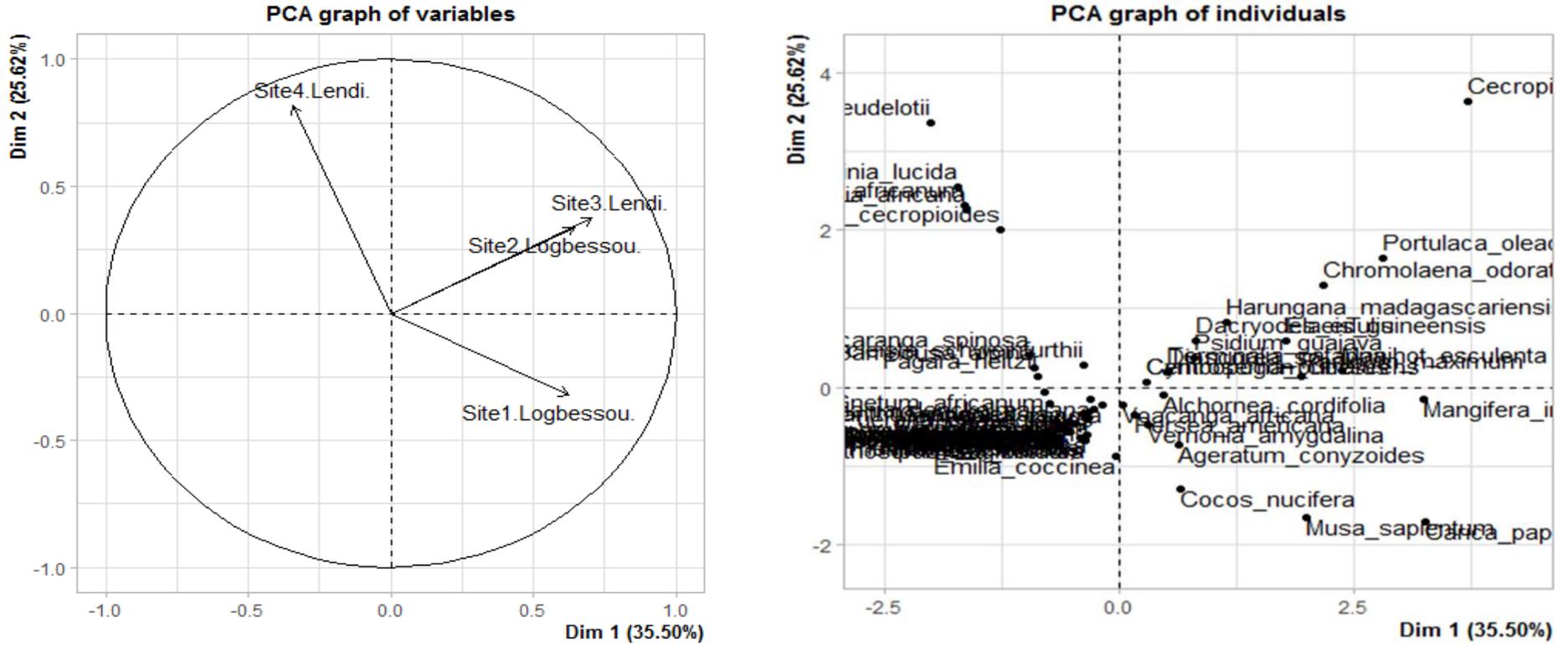


Figure 8 : Analyse en composantes principales des espèces rencontrées dans les différentes zones d'étude.

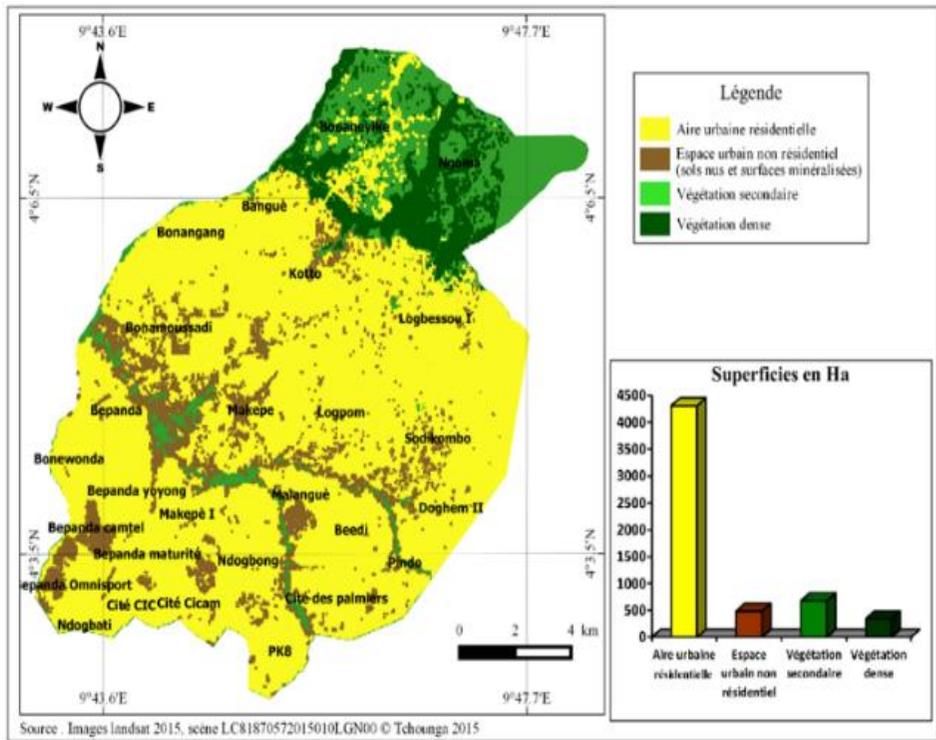


Figure 9 : Carte d'occupation des sols de la zone d'étude en 2015.

Tableau 1 : Nombre d'espèces, de genres et de familles rencontrées dans les sites d'étude.

Sites	Espèces	Genres	familles
Logbessou (site1)	29	27	17
Logbessou (site 2)	34	31	20
Lendi (site 3)	26	25	20
Lendi (site 4)	20	20	18

Tableau 2 : Indices de diversité des espèces pour chaque zone inventoriée.

Paramètres étudiés	Site1 (Logbessou)	Site2 (Logbessou)	Site 3 (Lendi)	Site 4 (Lendi)
Nombre d'espèces (S)	29	34	26	20
Indice de Shannon (H')	3,9	4,3	4	3,5
Equitabilité de Piélou(J')	0,8	0,8	0,9	0,8

Tableau 3 : Liste de présence /absence des espèces inventoriées dans les différents sites d'étude.

Espèces	Familles	Site1 (Logbessou)	Site2 (Logbessou)	Site3 (Lendi)	Site4 (Lendi)
<i>Ageratum conyzoides</i>	Asteraceae	+	+	-	-
<i>Alchornea cordifolia</i>	Euphorbiaceae	+	+	+	+
<i>Ananas comosus</i>	Bromeliaceae	+	-	-	-
<i>Anthocleista schweinfurthii</i>	Loganiaceae	-	-	+	+
<i>Aspilia africana</i>	Asteraceae	-	+	-	-
<i>Asystasia gangetica</i>	Acanthaceae	+	-	-	-
<i>Bambusa alpina</i>	Asteraceae	-	-	-	+
<i>Carica papaya</i>	Caricaceae	+	+	+	-
<i>Cecropia peltata</i>	Cecropiaceae	+	+	+	+
<i>Centrosema pubescens</i>	Fabaceae	-	+	-	-
<i>Chromolaena odorata</i>	Asteraceae	-	+	+	+
<i>Cinchona nitida</i>	Rubiaceae	-	-	+	-
<i>Citrus limon</i>	Rutaceae	-	-	+	-
<i>Cocos nucifera</i>	Arecaceae	+	-	-	-
<i>Cymbopogon citratus</i>	Asteraceae	-	+	-	-
<i>Dacryodes edulis</i>	Burseraceae	+	+	+	+
<i>Desmodium hirtum</i>	Fabaceae	-	-	+	-
<i>Dioscorea sp</i>	Dioscoreaceae	-	+	+	-
<i>Elaeis guineensis</i>	Arecaceae	+	+	+	+
<i>Eleusine indica</i>	Poaceae	-	+	-	-
<i>Emilia coccinea</i>	Asteraceae	+	-	-	-
<i>Euphorbia hirta</i>	Euphorbiaceae	+	+	-	-
<i>Fagara heitzii</i>	Rutaceae	-	-	-	+
<i>Ficus exasperata</i>	Moraceae	-	+	-	-
<i>Garcinia kola</i>	Clusiaceae	-	-	-	+
<i>Garcinia lucida</i>	Clusiaceae	-	-	-	+
<i>Gnetum africanum</i>	Gnetaceae	-	-	-	+
<i>Harungana madagascariensis</i>	Hypericaceae	-	+	+	+
<i>Haumania denckelmaniana</i>	Maranthaceae	-	+	-	+
<i>Ipomoea batatas</i>	Convolvulaceae	+	-	-	-
<i>Ipomoea involucrata</i>	Convolvulaceae	-	-	+	-
<i>Kiguelia africana</i>	Bignoniaceae	-	-	-	+
<i>Ludwigia sp.</i>	Onagraceae	-	+	-	-

<i>Macaranga spinosa</i>	Euphorbiaceae	-	-	-	+
<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	+	-	+	-
<i>Manihot esculenta</i>	Euphorbiaceae	+	+	+	-
<i>Manincaria zapota</i>	Sapotaceae	-	+	-	-
<i>Maricus cylindristachyus</i>	Cyperaceae	+	-	-	-
<i>Mimosa pudica</i>	Mimosaceae	-	+	-	-
<i>Musa paradisiaca</i>	Musaceae	+	+	-	-
<i>Musa sapientum</i>	Musaceae	+	+	-	-
<i>Musanga cecropioides</i>	Cecropiaceae	-	-	+	+
<i>Nephrolepis biserrata</i>	Polypodiaceae	-	-	-	+
<i>Oxalis barrelieri</i>	Oxalidaceae	+	+	-	-
<i>Panicum maximum</i>	Poaceae	+	+	+	-
<i>Paspalum conjugatum</i>	Poaceae	+	-	-	-
<i>Persea americana</i>	Lauraceae	+	-	+	-
<i>Phyllanthus amarus</i>	Euphorbiaceae	-	+	-	-
<i>Phyllanthus pentandrus</i>	Euphorbiaceae	-	+	-	-
<i>Piptadeniastrum africanum</i>	Fabaceae	-	-	-	+
<i>Portulaca oleacera</i>	Portulacaceae	-	-	+	-
<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	-	+	+	-
<i>Psophocarpus tetragonolobus</i>	Fabaceae	-	+	-	-
<i>Pueraria phaseoloides</i>	Fabaceae	-	+	-	-
<i>Pycnanthus angolensis</i>	Myristicaceae	-	-	-	+
<i>Ricinodendron heudelotii</i>	Euphorbiaceae	-	-	-	+
<i>Saccharum officinarum</i>	Poaceae	+	+	+	-
<i>Senna javanica</i>	Fabaceae	-	-	+	-
<i>Setaria splendida</i>	Poaceae	+	-	-	-
<i>Sida acuta</i>	Malvaceae	-	+	-	-
<i>Terminalia catappa</i>	Combretaceae	-	-	+	-
<i>Trema guineensis</i>	Cannabaceae	+	-	-	-
<i>Triumfetta pentandra</i>	Tiliaceae	+	-	-	-
<i>Vernonia amygdalina</i>	Asteraceae	+	+	+	-
<i>Vernonia cinerea</i>	Asteraceae	+	+	+	-
<i>Voacanga africana</i>	Apocynaceae	+	+	+	-
<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	Araceae	+	-	-	-

+ = présence - = absence

DISCUSSION

Étalement urbain

Avec l'avancée des technologies nouvelles et le désir d'avoir un environnement sain et sécurisé, l'urbanisation devient de nos jours très accélérée et de manière consécutive sur toute la planète. Dans la zone d'étude, ce phénomène va à un rythme croissant et consécutif vers les périphéries. De 1970 à 2011, la ville de Douala a gagné 22 451 ha soit une superficie de 547,6 ha/an. Ces résultats corroborent ceux de Tchounga (2016) qui a signalé que, de 1975 à 2015, l'aire urbaine de l'arrondissement de Douala V a gagné 3500 hectares supplémentaires et les espaces verts (les végétations dense et secondaire) ont perdu 3985 hectares au profit des surfaces urbanisées (Figure 9).

L'urbanisation et l'agriculture sont des principaux moteurs de la déforestation et de la dégradation des écosystèmes forestiers. Tsewou et al. (2020) pensent que, les surfaces habitées entre 1986 et 2018 ont augmenté passant de 3194,21 en 1986, à 4276 en 2001 et à 5988,96 en 2018 et représentent 16,64% de la déforestation dans le Moungo en 32 ans. Une analyse profonde des causes de la déforestation au Cameroun indiquait que l'agriculture (avec des petites exploitations agricoles de moins d'un hectare) représente plus de 60% de la dégradation du couvert forestier. Les écosystèmes de forêt tropicale dense humide, de savane tropicale boisée et semi-aride sont fortement dégradés, au point où les formations naturelles cèdent la place aux mosaïques forêts-cultures, savane-culture ou formations herbeuses-culture (Onana, 2018).

De même, la superficie des formations végétales régresse en faveur de celle des activités anthropiques notamment les agglomérations, les champs et les jachères. De plus, les activités agricoles constituent les causes majeures de la dégradation de la végétation (Solefack et al., 2018 ; Temgoua et al., 2018b). Toutefois, cette régression des formations végétales naturelles s'accompagne de la perte de la biodiversité et de la dégradation des terres et reste inhérente aux variations climatiques (Godefroid et Tanghe, 2000).

Evolution de la démographie

La taille de la population de Douala est actuellement estimée à plus de 3 347 500 individus soit une augmentation de 55 792 personnes par an. BUCREP (2011), signalait que les données sur l'urbanisation à Douala sont alarmantes et sa population est passée de 110 500 habitants en 1960 à 225 000 habitants en 1968, puis à 820 100 habitants en 1987 pour atteindre plus de 2 000 000 d'habitants en 2011. Ce résultat se rapproche de celui obtenu par Tsewou et al. (2020) qui ont montré qu'en 27 ans seulement, la densité de la population du Moungo a presque triplé passant de 340 287 habitants en 1987 à 776 517 habitants en 2014. Cette augmentation de la population conduit à l'expansion des zones habitées et des formations anthropiques. Par conséquent, la pression des populations sur le couvert végétal entraîne la perte du peuplement forestier en faveur des espaces urbanisés et agricoles. Salomon et al. (2021) ont approuvé que, la configuration et la composition des paysages de 03 parcs nationaux dans le sud de la République d'Haïti avaient fortement changé en faveur de l'agriculture qui est devenue la nouvelle matrice paysagère au détriment de la forêt. Djohy et al. (2016) ont conclu dans leurs travaux que, la disparition des formations végétales serait à l'origine de l'augmentation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère, interrompant ainsi l'équilibre écologique. Ce résultat se rapproche de celui obtenu par Zakariyao et al. (2013) qui pensent que, la forte croissance démographique enregistrée dans le Centre-Togo en 2010 serait responsable de la réduction des terres, de la régression de leur surface voire même leur disparition.

Caractérisation de la diversité biologique de la zone d'étude

L'inventaire réalisé au cours de ce travail a permis de recenser un total de 67 espèces végétales, distribuées dans 57 genres et regroupées au sein de 38 familles avec un indice de diversité de Shannon-Weaver compris entre 3,5 bits et 4,3 bits. L'équitabilité varie de 0,8 pour les sites 1, 2 et 4 à 0,9 pour le troisième site. Ces valeurs de l'indice de Shannon-Weaver et de la richesse spécifique

du peuplement traduisent une végétation moyennement diversifiée dans tous les sites. Ngueguim et al. (2010) ont approuvé que, les indices de diversité de Shannon (H') varie normalement de 1,5 à 3,5 et peut dépasser 4,0 à 4,5 dans les environnements forestiers tropicaux. Ainsi, les indices de diversité de cette étude pourraient être considérés comme élevés. Priso et al. (2012) ont montré qu'une telle valeur d'indice de diversité suggère que la végétation est stable et que l'environnement est favorable pour permettre l'installation de nombreuses espèces.

Après analyse de cet inventaire effectué dans les différents points d'étude, il apparaît que les zones à urbanisation déjà avancée (site 1, 2 et 3) montraient un nombre important d'espèces pour chacune d'elle mais appartenant en majorité à la classe des hémicryptophytes, des chamephytes et à la famille des Asteraceae par contre le quatrième site qui était un point moyennement urbanisé avait le plus faible taux d'espèces mais qui étaient en majorité des phanérophytes forestières. Cette analyse va en droite ligne avec celle de Faeth et al. (2011) qui pensent que, la diversité spécifique chez les plantes augmente souvent vers le centre des villes et cette tendance s'explique par l'introduction d'espèces exotiques pour l'aménagement des cours privées, des jardins ornementaux et des parcs (Priso et al., 2012).

En effet, lorsque le phénomène de développement urbain évolue associé à une démographie galopante, les écosystèmes forestiers disparaissent laissant place aux herbacées, et aux agrumes dans certains cas. Priso (2016), a conclu dans ses travaux que, lorsque l'Homme avance, la forêt recule.

Conclusion

Ce travail dont l'objectif était d'évaluer les répercussions potentielles de l'urbanisation sur les écosystèmes forestiers apporte des informations sur l'évolution de l'urbanisation dans la ville de Douala. Ces informations sont indispensables non seulement à la protection de l'environnement mais aussi pour une planification du phénomène d'urbanisme et de la démographie conduisant ainsi à un

développement durable de la ville. A l'issue de cette étude, le constat majeur est que l'aire urbaine était l'élément qui occupait la plus grande partie du sol de la zone d'étude avec un taux d'évolution de 2,4%/an. De même, sa population a augmenté au fil des temps avec un rythme de 1,7%/an. L'inventaire de la diversité floristique a montré que, dans les zones à urbanisation avancée, la majorité des espèces rencontrées étaient des hémicryptophytes et des chamephytes appartenant à la famille des Asteraceae. Quelques phanérophytes rencontrés étaient des arbres fruitiers plantés par l'homme par contre dans la zone périphérique, presque toutes les espèces recensées appartenaient à la classe des phanérophytes forestiers. De manière générale, une régression progressive et complète des écosystèmes forestiers face à l'accélération de l'urbanisation et de la démographie est signalée. Cependant, cette disparition de l'espace forestier impliquait une diversité floristique plus importante mais pauvre en espèces liées aux écosystèmes forestiers dans les points à urbanisation accélérée et une diversité faible dans la zone forestière où l'urbanisation demeure de faible ampleur.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'il n'y a pas de conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Ce travail a été mené en collaboration avec tous les auteurs. ISN a réalisé la collecte des données sur le terrain et a écrit le manuscrit. RJP a initié, dirigé et supervisé les travaux de cette étude. Tous les auteurs ont lu et approuvé la version finale du manuscrit.

REMERCIEMENTS

Une profonde gratitude envers le Dr Bruno NGOTTA pour le soutien, les encouragements et pour les critiques constructives et utiles pour mener à bien ce travail. L'on tient également à remercier tous les compagnons de terrain pour leur disponibilité qui a été une grande motivation pour ce travail.

REFERENCES

- Ballo A, Traoré SS, Coulibaly B, Diakité CH, Diawara M, Traoré A. 2016. Pressions anthropiques et dynamique d'occupation des terres dans le terroir de Ziguéna, zone cotonnière du Mali. *European Scientific Journal*, **12**(5): 90-99. DOI: <http://dx.doi.org/10.19044/esj.2016.v12n5p90>
- Bozongo J. 2018. Les déterminants de la déforestation : cas du Bassin du Congo. *Annales de l'Université Marien N'GOUABI*, **18**(2): 45-56. Sciences et Economiques et de Gestion. ISSN : 1815-4433. www.annalesumng.org.
- BUCREP. 2011. Projections démographiques, Volume **3**, Tome 3. p. 87.
- Ciza SK, Milwa JF, Malekezi AC, Gond V, Bosela FB. 2015. Identification des moteurs de déforestation dans la région d'Isangi. République Démocratique du Congo. *Bois et Forêts des Tropiques*, **324**(2): 29-38. DOI: <http://dx.doi.org/10.19182/bft.324a.31264>
- Din N, Priso RJ, Kenne M, Ngollo-Dina E, Blasco F. 2002. Early growth stages and natural regeneration of *Avicennia germinans* (L.) Stearn in the Wouri estuarine mangroves (Douala, Cameroon). *Wetlands Ecol. Manage.*, **10**: 461-472. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1021351707822>
- Din N, Saenger P, Priso RJ, Dibong SD, Blasco F. 2008. Logging activities in mangrove forests : A case study of Douala Cameroon. *Africa. J. Environ. Sci. Technol.*, **2**: 22-30. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJEST.9000071>
- Djeuda THB, Tabué Youmbi JG, Ntep F, Feumba R. 2005. Carte hydrologique et détermination de la qualité des eaux souterraines du quartier Cité de la Paix à Douala (Cameroun). Rapport technique LESEAU (bon de commande n 2320/2005, opération n 201-96-03-039-532, SCAC), p.31.
- Djohy GL, Vodounon TH, Kinzo EN. 2016. Dynamique de l'occupation du sol et évolution des terres agricoles dans la commune de Sinende au Nord-Benin. *Cahier du CBRST, Lettres, Sciences Humaines et Sociales*, **9** : 101-121.
- Dong SK, Cui BS, Yang ZF, Liu SL, Liu J, Ding ZK, Zhu JJ, Yao WK, Wei GL. 2008. Le rôle des perturbations routières dans la dispersion et la propagation d'*Ageratina adenophora* le long de la route internationale de Dian-Myanmar. *Weed Res.*, **48**: 197-296. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2008.00640.x>
- Faeth SH, Bang C, Saari S. 2011. Urbain biodiversity : patterns and mechanisms. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **1223**: 69-81. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2010.05925.x>
- FAO. 2010. Global Forest Fire Assessment 2000-2010. Working Paper. Rome, p. 495.
- FAO. 2011. World Census on Agriculture : analysis and international comparison of the results (1996 – 2005). FAO Statistical Development Series n° 13 : Rome.
- FAO. 2014. Méthodologie proposée pour l'analyse des agents et causes de la déforestation dans les sites pilotes composante 4 du Projet FFEM. Working paper. Rome, p. 365.
- Godefroid S, Tanghe M. 2000. Influence of small climatic variations on the species composition of roadside grasslands. *Phytocoenologia*, **303** (3-4): 655-664. DOI: [10.1127/phyto/30/2000/655](https://doi.org/10.1127/phyto/30/2000/655)
- Kouakou ATM, Barima YSS, Konate S, Bamba I, Kouadio JY, Bogaert J. 2017. Gestion des forêts domaniales en période de conflits : cas de la forêt classée du Haut-Sassandra, Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **11**(1): 333-349. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i1.26>
- Mapongmetsem PM, Diedhio I, Layaid N, Alexandre DY. 2000. Situation des jardins de cases en Asie du sud-est cas de la province de Kendal (Cambodge). *Bioscience Proceeding*, **7** ; 396-402.
- Ndobe SN, Mantzel K. 2014. Déforestation, et REDD dans le Parc National de

- Takamanda au Cameroun. <https://WWW.forestpeople.org>.
- Ngueguim JR, Zapfack L, Youmbi E, Riera B, Onana J, Foahom B, Makombu JG. 2010. Diversité floristique sous la canopée en plantation forestière de Mangombe-Edea (Cameroun). *Biotechnol. Agron. Environ.*, **14**(1): 167-176. URL : <https://popups.uliege.be/1780-4507/index.php?id=5229>.
- Onana JM. 2018. Cartographie des écosystèmes du Cameroun. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **12**(2): 940-957. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i2.25>
- Priso DD. 2016. L'Homme avance et la forêt recule : Production urbaine en zone périphérique de Douala : Processus, acteurs et enjeux. Yaoundé : Edition CLE, p. 238.
- Priso RJ, Traoré S, Din N, Ouédraogo O, Dibong DS. 2012. Comparative analysis of plants close to houses in urban and rural areas in the littoral region of Cameroon. *Nordic Journal of Botany*, **30**: 482-489. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.2012.01043.x>
- Salomon1 W, Sikuzani YU, Kouakou AMT, Barima YSS, Theodat JM, Bogaert J. 2021. Cartographie et quantification de la perte du couvert forestier dans les parcs nationaux du Sud de la République d'Haïti de 1985 à 2018 : rôle des activités agricoles locales. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **15**(2): 477-496. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v15i2.9>
- Seto KC, Fragkias M, Güneralp B, Reilly MK. 2011. A Meta-Analysis of Global Urban Land Expansion. *PLoS ONE*, **6**(8): e23777. DOI: [10.1371/journal.pone.002377](https://doi.org/10.1371/journal.pone.002377)
- Solefack MC, Njouonkou AL, Temgoua LF, Djouda R, Zangmene JB, Ntoupka M. 2018. Land-Use/ Land-Cover change and Anthropogenic Causes Around Koup Matapit Gallery Forest, West-Cameroun. *Journal of Geography and Geology*, **10**(2): 201-219. DOI : <http://dx.doi.org/10.5539/jgg.v10n2p56>
- Tchatat M, Ndoye O. 2006. Etude des produits forestiers non ligneux d'Afrique centrale : réalités et perspectives. *Bois et Forêt des Tropiques*, **289** (3): 32. DOI : <https://doi.org/10.19182/bft2006.289.a20305>
- Tchounga TGB. 2016. Gouvernance locale et gestion des risques naturels dans l'arrondissement de Douala V. Mémoire de DEA en Géographie. Université de Douala, p. 191.
- Temgoua LF, Ajonina G, Woyu HB. 2018a. Land Use and Land Cover Change Analysis in Ajei Upland Waterched Community Forest, North West Region, Cameroon. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, **6**(09): 83-99. DOI : <https://doi.org/10.4236/gep.2018.69007>
- Temgoua LF, Solefack MC, Nguimdo V, Tagne BC, Tanougong A. 2018b. Spatial and temporal dynamic of landcover/land-use and carbon stocks in Eastern Cameroun : a case study of the teaching and research forest of the University of Dschang. *Forest Science and Technology*, **14**(4): 181-191. DOI : <https://doi.org/10.1080/103.2018.1520743>
- Tsewoue MR, Tchamba M, Avana ML, Tanougong AD. 2020. Dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol dans le Moungo, Région du Littoral, Cameroun : influence sur l'expansion des systèmes agroforestiers à base de bananiers. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **14**(2): 486-500. DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v14i2.15>
- Zakariyao K, Abdourazakou A, Minkilabe D, Tchaa B, Ama-Edi K. 2013. Dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol dans le Centre-Togo. *Revue de Géographie du Lardymes*, **7**(10): 163172. DOI : <https://hal.archivesouvertes.fr/hal-01564256>.