

# Phytodiversité et services écosystémiques associés aux plantations d'alignement des rues aménagées de la ville de Grand-Popo au Bénin

Abdel Aziz OSSENI<sup>1</sup>  
Gbodja Houéhanou François GBESSO<sup>1</sup>  
Karl Martial NANSI<sup>1</sup>  
Agossou Brice Hugues TENTE<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Université nationale d'agriculture (UNA)  
École d'horticulture et d'aménagement  
des espaces verts (EHAEV)  
Unité de recherche horticole  
et d'aménagement des espaces verts  
Laboratoire des sciences végétales,  
horticoles et forestières (LaSVHF)  
BP 43, Kétou  
Bénin

<sup>2</sup> Université d'Abomey-Calavi  
Faculté des sciences humaines  
et sociales  
Laboratoire de biogéographie  
et expertise environnementale  
BP 677, Abomey-Calavi  
Bénin

**Auteur correspondant /  
Corresponding author:**  
Abdel Aziz OSSENI  
– [abdelossen@yahoo.fr](mailto:abdelossen@yahoo.fr)



**Photo 1.**  
Alignement d'individus de *Khaya senegalensis* avec des troncs écorcés.  
Photo A. A. Osseni.

Doi : 10.19182/bft2020.345.a31808 – Droit d'auteur © 2020, Bois et Forêts des Tropiques – © Cirad – Date de soumission : 10 novembre 2019 ; date d'acceptation : 13 mai 2020 ; date de publication : 1<sup>er</sup> novembre 2020.



Licence Creative Commons :  
Attribution - 4.0 International.  
Attribution-4.0 International (CC BY 4.0)

## Citer l'article / To cite the article

Osseni A. A., Gbesso G. H. F., Nansi K. M., Tente A. B. H., 2020. Phytodiversité et services écosystémiques associés aux plantations d'alignement des rues aménagées de la ville de Grand-Popo au Bénin. Bois et Forêts des Tropiques, 345 : 85-97. Doi : <https://doi.org/10.19182/bft2020.345.a31808>

## RÉSUMÉ

### Phytdiversité et services écosystémiques associés aux plantations d'alignement des rues aménagées de la ville de Grand-Popo au Bénin

L'importance de la végétation urbaine dans la production des services écosystémiques en général est largement démontrée. Au Bénin, en plus des avantages socio-écologiques attribués aux arbres d'alignement, ils contribuent considérablement à la fourniture de services d'approvisionnement et socioculturels, du fait de leur utilisation locale par les populations. Le présent travail évalue la contribution de la diversité floristique des rues dans la fourniture des biens et services aux habitants de la ville de Grand-Popo au Bénin. La démarche méthodologique adoptée a permis de dénombrer les arbres plantés sur dix kilomètres de rues aménagées et de questionner 164 ménages sur les services rendus par ces arbres. Les paramètres de diversité sont calculés pour apprécier la phytdiversité des axes routiers. La matrice des formes d'usage des organes est établie, en correspondance avec les catégories de services écosystémiques existantes. Les résultats obtenus révèlent 540 arbres, répartis en 26 espèces et 17 familles le long des principaux axes routiers de la ville. L'indice moyen de diversité de Shannon ( $3,61 \pm 0,14$  bits) et l'équitabilité de Pielou ( $0,76 \pm 0,06$ ) démontrent un phénomène de dominance de quelques espèces, dont la plus représentative est *Cocos nucifera* avec 20 % de l'effectif total des individus. Les arbres d'alignement ont été plantés majoritairement par les autorités pour leur ombrage, l'esthétique du paysage et la séquestration de carbone. Alors qu'en pratique, de par leur usage et l'introduction de nouvelles espèces utiles par les populations riveraines, les plantations fournissent plus de neuf services écosystémiques avec une grande importance accordée à la fourniture de l'ombrage et de l'alimentation. Pour une valorisation de la foresterie urbaine, la prise en compte de ces informations pourrait servir à promouvoir les services écosystémiques sans compromettre la viabilité des arbres en plantations dans la ville.

**Mots-clés :** aménagement urbain, diversité floristique, plantations d'alignement, services écosystémiques, Grand-Popo, Bénin.

## ABSTRACT

### Phytdiversity and ecosystem services associated with avenue trees planted along managed roadways in the city of Grand-Popo in Benin

The importance of urban vegetation in generating ecosystem services in general has been widely demonstrated. In Benin, as well as the social and ecological benefits attributed to avenue trees, they also contribute significantly to the provision of supply and socio-cultural services via a range of uses by the population. This study assesses the contribution of plant biodiversity in city streets to the supply of goods and services to residents of Grand-Popo in Benin. The methodological approach used involved counting the number of trees planted along ten kilometres of managed roadways and conducting interviews with 164 households on the services provided by these trees. The diversity parameters were calculated to assess phytdiversity along these roadways. A table was compiled to show the types of uses of tree organs in relation to existing ecosystem service categories. A total of 540 trees, belonging to 26 species and 17 families, were counted along the main streets of the city. Shannon's average biodiversity index ( $3.61 \pm 0.14$  bits) and the Pielou index of evenness ( $0.76 \pm 0.06$ ) show that some species are dominant, the most representative of these being *Cocos nucifera* with 20 % of total individuals. These avenue trees were mainly planted by the public authorities for shade, ornamental and carbon sequestration purposes. In practice, the uses made of these trees and the introduction of new species that are useful to the adjacent populations equate to the provision of more than nine ecosystem services, with shade and food rated as particularly important. To develop urban forestry, this kind of information would help to promote ecosystem services without compromising the viability of urban tree plantations.

**Keywords:** urban planning, plant diversity, avenue trees, ecosystem services, Grand-Popo, Benin.

## RESUMEN

### Fitodiversidad y servicios ecosistémicos asociados a las plantaciones de alineamiento de las calles parceladas de la ciudad de Grand-Popo, en Benín

La importancia de la vegetación urbana en la producción de servicios ecosistémicos en general se ha demostrado ampliamente. En Benín, además de las ventajas socioecológicas que se les atribuyen, los árboles de alineamiento contribuyen considerablemente al aprovisionamiento y los servicios socioculturales, por la utilización local de las poblaciones. El presente trabajo evalúa la contribución de la diversidad florística de las calles en la provisión de bienes y servicios a los residentes de la ciudad de Grand-Popo, en Benín. El procedimiento metodológico utilizado permitió computar los árboles plantados en diez kilómetros de calles parceladas y preguntar en 164 hogares sobre los servicios proporcionados por estos árboles. Se han calculado los parámetros de diversidad para apreciar la fitodiversidad de los ejes viales. La matriz de formas de uso de los órganos se establece en correspondencia con las categorías de servicios ecosistémicos existentes. Se obtuvo el resultado de 540 árboles, de 26 especies y 17 familias, a lo largo de los principales ejes viales de la población. El índice medio de diversidad de Shannon ( $3,61 \pm 0,14$  bits) y la equitabilidad de Pielou ( $0,76 \pm 0,06$ ) demuestran el fenómeno de dominancia de algunas especies, entre las cuales la más representativa es la *Cocos nucifera*, con el 20 % del efectivo total de los individuos. Las autoridades plantaron los árboles de alineamiento mayoritariamente por su sombra, la estética del paisaje y la captación de carbono. En la práctica, el uso de las plantaciones y la introducción de nuevas especies útiles por las poblaciones locales, proporcionan más de nueve servicios ecosistémicos. Se reconoce una gran importancia a la provisión de sombra y de alimento. En una valorización de la arboricultura urbana, tener en cuenta esta información podría servir para promover los servicios ecosistémicos, sin comprometer la viabilidad de los árboles de plantaciones en la ciudad.

**Palabras clave:** parcelación urbana, diversidad floral, plantaciones de alineamiento, servicios ecosistémicos, Grand-Popo, Benín.

## Introduction

Le règne végétal occupe une place de choix dans les pratiques humaines, et fait de l'arbre un marqueur territorial (Pardo, 2005). En milieu urbain, l'arbre contribue à la purification de l'air par la séquestration du dioxyde de carbone (McHale *et al.*, 2007), à la création de microclimat, à l'équilibre naturel et à l'attractivité du territoire (Behrens, 2011). Ces avantages attribuent à l'arbre des fonctions aux plans social, économique et environnemental (Kadir et Othman, 2012), dont l'importance est traduite par les services écosystémiques. En effet, le concept des services écosystémiques est défini par le *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA) comme les bénéfices que les sociétés humaines retirent des écosystèmes (MEA, 2005). Ces services maintiennent la production des biens et services tels que les fruits, le bois, les biocarburants, les fibres naturelles et de nombreux produits pharmaceutiques, industriels ou leurs précurseurs (Daily, 1992 ; cité par Maris, 2014). Dès lors, il est établi que les ressources forestières, en l'occurrence les plantes, jouent un rôle central dans la satisfaction des besoins en nourriture, en soins de santé, en construction et en énergie des populations locales (Heubes, 2012). Ce concept a fait l'objet de plusieurs recherches, parmi lesquelles celles réalisées sur les végétaux urbains sont généralement orientées vers l'appréciation du confort thermique (Livesley *et al.*, 2016), l'offre et la demande des avantages sociaux (Beichler, 2015), la valeur économique des bénéfices procurés par les arbres et le bien-être des populations (Fisher *et al.*, 2008 ; Gómez-Baggethun *et al.*, 2010). En Afrique de l'Ouest, les recherches effectuées sur les services écosystémiques fournis par les arbres d'alignement portent sur la diversité floristique et l'évaluation de la biomasse ou du stock de carbone séquestré (Vroh *et al.*, 2014 ; Kouadio *et al.*, 2016 ; Kouassi *et al.*, 2018 ; Nomel *et al.*, 2019). En termes de services d'approvisionnement et socioculturels fournis par les arbres urbains aux communautés, on peut citer les travaux de Amontcha *et al.* (2015) et de Lougbégnon (2013) qui démontrent l'utilité de l'arbre dans les pratiques quotidiennes à travers les relations entre la diversité végétale des villes et les formes d'utilisation par les populations urbaines. De ces travaux, il ressort que, dans les pays en développement, une part substantielle de la demande citadine en produits alimentaires, de construction, de gestion environnementale et de loisirs est supportée par les ressources végétales, et notamment celles plantées. Cet enjeu fait de l'aménagement urbain une préoccupation vis-à-vis de l'intégration des services écosystémiques en ville (Balez et Reunkrilerk, 2013). Ainsi, leur prise en compte peut contribuer à orienter le choix des espèces plantées (Raupp *et al.*, 2006), afin d'accroître la valeur socio-écologique des infrastructures vertes dans les programmes de développement durable des territoires urbains.

Dans les villes du Bénin, les arbres d'alignement participent à l'attractivité du paysage et leur promotion est faite pendant les campagnes de reboisement où les espèces adaptées sont utilisées. Mais l'insuffisance d'entretien et de suivi

des arbres plantés engendrent leur dégradation et donne l'impression qu'ils sont négligés. Les populations riveraines profitent de cette situation pour en faire parfois une utilisation abusive. Ces pratiques affectent la dimension socio-écologique de leur gestion, et par conséquent compromettent leur fonction de production de biens et services à l'échelle municipale (Calaza *et al.*, 2018). C'est le cas de la commune de Grand-Popo qui est un espace multifonctionnel, caractérisé par ses vestiges coloniaux, ses plages ouvertes sur l'océan et son statut de ville frontalière avec la République du Togo. Malgré ces atouts qui favorisent le tourisme et le transit, peu d'intérêt est porté sur l'aménagement paysager de l'agglomération urbaine de cette ville et particulièrement sur ses espaces publics, tant par les gestionnaires urbains que par les populations. Ce constat s'illustre par la rareté d'espaces verts publics dans cette ville, mis à part les plantations d'alignement qui sont remarquables et constituées en majorité d'espèces telles que *Cocos nucifera* Linn., *Terminalia catappa* Linn., *Azadirachta indica* Juss., *Casuarina equisetifolia* Linn. et *Coccoloba uvifera* Linn. Mais l'accès incontrôlé aux organes des arbres d'alignement accroît l'intérêt des populations riveraines à leur utilisation abusive et à leur diversification. Ainsi, on y observe des espèces préférées introduites dans ces plantations par les populations, qui exploitent les produits végétaux issus des arbres dans les usages domestiques en raison de leur proximité. Ces pratiques, qui semblent profitables aux communautés riveraines, modifient la composition floristique des plantations, perturbent la viabilité des arbres du fait des mutilations et compromettent l'attractivité du paysage. Or, au plan réglementaire, l'exploitation ou l'utilisation des produits issus de ces végétaux restent soumises à l'autorisation de l'administration forestière, selon le Décret n° 96-271 du 2 juillet 1996, portant code forestier béninois, car ils constituent le patrimoine végétal de la ville. En conséquence, ces formes d'usage des arbres urbains comme service écosystémique ne constituent pas d'office un droit, mais plutôt une infraction selon les articles 20 et 64 du même code forestier. Ainsi, les populations de Grand-Popo, certainement par ignorance du code forestier béninois, accroissent la disponibilité des services écosystémiques fournis par les arbres d'alignement pour répondre aux besoins quotidiens.

Face à cette situation, la connaissance des bienfaits fournis par les arbres d'alignement aux citoyens et les types d'espèces qui les fournissent est nécessaire pour l'intégration de la foresterie urbaine dans l'aménagement du territoire (Niemelä *et al.*, 2010) à travers la valorisation de la biodiversité et des services écosystémiques (Raymond et Simon, 2012), et pour le contrôle des formes d'utilisation afin d'assurer la viabilité des plantations urbaines. C'est dans cette perspective qu'est réalisée cette étude sur la phytodiversité et les services écosystémiques associés aux plantations d'alignement de la ville de Grand-Popo.

## Matériel et méthodes

### Milieu d'étude

La commune de Grand-Popo est située au sud-ouest du Bénin entre 6°14' et 6°28' de latitude Nord, et entre 1°38 et 2°00 de longitude Est. Elle est limitée au nord par les communes d'Athiémè et de Houéyogbé, au sud par l'océan Atlantique, à l'est par les communes de Comé, Ouidah et de Kpomassè, et à l'ouest par la République du Togo. Elle compte sept arrondissements et s'étend sur une superficie de 289 km<sup>2</sup> (figure 1).

D'après le dernier recensement, la population de la commune est estimée à 57 636 habitants dont 51 % de femmes (INSAE, 2016). Cette population est composée en majorité des Xwla, des Pédahs et les Gins, tous issus du grand groupe ethnique Adja Tado. Selon le Plan de développement communal de Grand-Popo (Mairie - Grand-Popo, 2019), le relief dans la commune de Grand-Popo est constitué d'un cordon littoral sablonneux au sud, d'un plateau continental terminal, et en grande partie de dépressions marécageuses. Il y règne un climat subéquatorial de type guinéen avec quatre saisons plus ou moins marquées (deux saisons pluvieuses et deux saisons sèches). La pluviométrie moyenne annuelle est estimée à 930,5 mm. Le réseau hydrographique est constitué du fleuve Mono et de ses affluents dont le plus important est le Sazué, de la lagune de Grand-Popo d'une longueur de 15 km et qui débouche sur le chenal du lac Aho, du chenal Gbaga qui sert de couloir entre le fleuve Mono et le lac Aného au Togo, enfin l'océan Atlantique. Le paysage végétal de Grand-Popo est constitué de formations naturelles comprenant des savanes arborées sur sol ferrugineux, des prairies marécageuses et des

formations de mangroves sur sol hydromorphe, ainsi que quelques reliques forestières. On y rencontre également les plantations familiales de *Cocos nucifera* et d'*Elaeis guineensis* et les arbres d'alignement le long des principaux axes routiers de la ville. Ce sont ces derniers qui ont fait l'objet de cette étude sur 10 km linéaires répartis en quatre axes routiers :

- la rue pavée allant du carrefour Grand-Popo à Honssoukoué (Rue 1), qui traverse l'ancienne cité de la ville sur 3 622 m linéaires ;
- la section de la Route nationale inter-États 1 (Rue 2), bitumée, d'une longueur de 1 590 m linéaires et allant du carrefour Grand-Popo au pont érigé sur le fleuve Mono à Onkoui-houé ;
- la section de la Route nationale inter-États 1 (Rue 3), bitumée, d'une longueur de 4 164 m linéaires et allant du carrefour Grand-Popo à la périphérie ouest de la ville au quartier Zogbédji ;
- la rue de la Mairie (Rue 4), qui relie la route inter-États 1 et la rue pavée de l'ancienne cité. Elle est longue de 624 m linéaires dont une partie est pavée et l'autre en constant reprofilage.

### Méthodes d'échantillonnage et de collecte des données

Les axes routiers sont choisis en fonction de leur armature et de leur position dans l'agglomération urbaine de Grand-Popo. En effet, les plantations étudiées sont celles se trouvant le long des rues aménagées (bitumées ou pavées) et qui font officiellement l'objet de reboisement par les autorités locales ou déconcentrées chaque année. Ainsi, sur un total de 10 km de rues aménagées, les espèces d'arbres en alignement sont recensées sur les deux côtés, et à partir d'une fiche d'inventaire ayant permis de dénombrer les effectifs associés à chaque espèce identifiée. Ensuite, une enquête a été réalisée auprès des ménages pour comprendre les usages, ainsi que les biens et services que fournissent les arbres urbains aux populations. Les localités considérées sont celles de Apoutagbo, Ewé, Onkoui-houé, Yodo-Kondji et Houssoukou qui sont traversées par les axes routiers considérés. Sur la base des statistiques du dernier recensement général de la population et de l'habitat (INSAE, 2016), un échantillonnage à choix raisonné a permis de sélectionner 164 individus, représentant 8 % des ménages de ces localités et qui sont soumis au questionnaire. L'effectif des enquêtés est proportionnel à la longueur de chaque plantation étudiée et le profil des enquêtés est constitué du chef de ménage ou son représentant ayant au moins l'âge de la majorité.

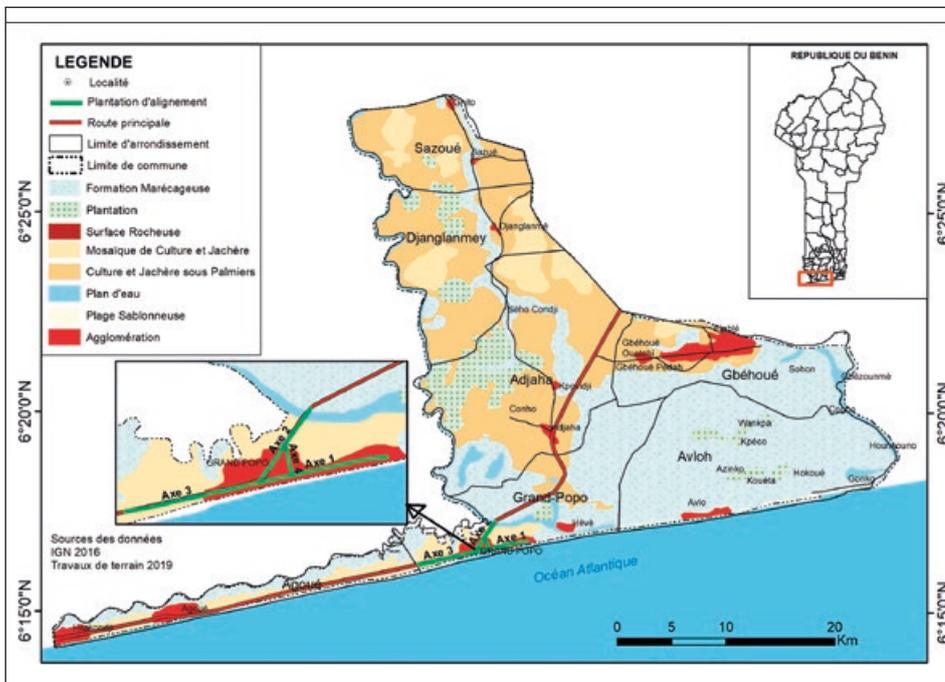
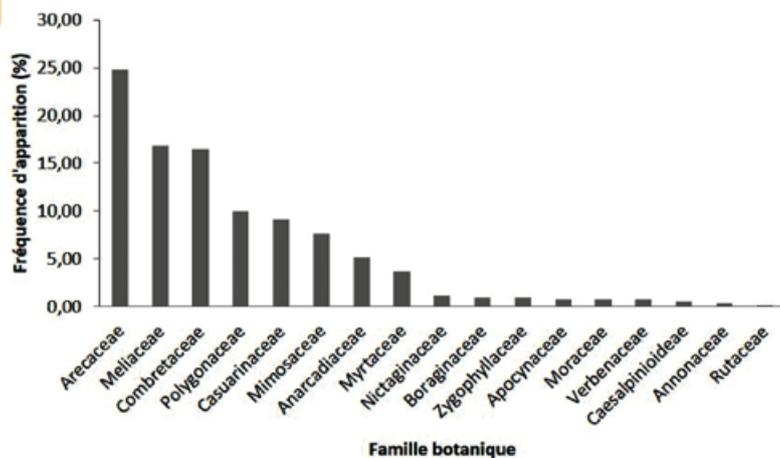


Figure 1.  
Situation géographique de la commune de Grand-Popo.





**Figure 3.**  
Répartition du nombre d'espèces par famille botanique.  
Sources : travaux de terrain, 2019.

relle. En effet, selon l'enquête réalisée auprès des ménages, 19 de ces espèces sont introduites par les populations, et 10 sont introduites lors des campagnes de reboisement. Une seule espèce provient de la dissémination (*Borassus aethiopicum*). Par ailleurs, il est mentionné que trois de ces espèces (*Cocos nucifera*, *Azadirachta indica*, *Ficus polita*) sont introduites à la fois lors des reboisements et par les populations.

Les rues 1 et 3 présentent les plus grands effectifs et les plus grandes richesses spécifiques. Ce constat s'explique par le fait que les plantations sur ces rues sont les plus longues et traversent les quartiers anciens ayant connu plusieurs reboisements. En revanche, la richesse spécifique relative indique 12 espèces/km pour la rue 4, contre 5 espèces/km respectivement pour les rues 1 et 2, et 4 espèces/km pour la rue 3. Ce qui montre que la probabilité de rencontrer un nombre important d'espèces à chaque kilomètre de rue est plus élevée sur la rue 4 que sur les autres axes routiers. Dans l'ensemble, cinq espèces sont plus représentatives avec 67,41 % des individus. Il s'agit de *Cocos nucifera* (20 %) avec 108 individus, *Terminalia catappa* (15,74 %) avec 85 individus, *Azadirachta indica* (12,59 %) avec 68 individus, *Coccoloba uvifera* (10 %) avec 54 individus et *Casuarina equisetifolia* (9,04 %) avec 49 individus. Il est également observé que 15 espèces, correspondant à 57,67 % de la richesse spécifique totale, sont à faibles effectifs et sont représentées par moins de 10 individus. Parmi les 17 familles (figure 3), les

plus représentatives sont Arecaceae (24,81 %), Meliaceae (16,85 %), Combretaceae (16,48 %), Polygonaceae (10 %) et Casuarinaceae (9,07 %).

Du point de vue de la diversité, l'examen du tableau I indique que l'indice de Shannon calculé pour les plantations d'alignement des rues étudiées est de  $3,61 \pm 0,14$  bits et l'équitabilité de Pielou est de  $0,76 \pm 0,06$ . Ces valeurs sont au-dessus de la moyenne et expliquent un phénomène de dominance de quelques espèces au sein des plantations d'alignement étudiées. On note également que les valeurs de l'indice de diversité de Shannon des rues 1, 2 et 3 varient entre  $2,53 \pm 0,17$  et  $3,37 \pm 0,15$  bits, tandis que leur valeur d'équitabilité varie entre 0,74 et  $0,77 \pm 0,03$ . Ce qui explique à la fois une dominance et une absence d'équité de certaines espèces dans ces alignements. Les fortes valeurs de diversité et d'équitabilité observées au niveau de la rue 1 s'expliquent par le fait qu'elle a été l'objet de plus de reboisement, car

elle constitue l'une des plus anciennes routes aménagées, qui traverse les anciens quartiers et le long de laquelle sont installées les infrastructures sociocommunitaires et décentralisées (mairie, stade omnisports, base navale, édifices coloniaux et hôtels). Par contre, la rue 4 présente un indice de diversité faible ( $1,96 \pm 0,15$  bits) et une valeur d'équitabilité de  $0,65 \pm 0,06$ . En fonction de cette diversité et de la répartition des espèces, les populations profitent des biens et services fournis par les arbres d'alignement de la ville.

#### Bilan des services écosystémiques associés à la phytodiversité des rues de l'agglomération de Grand-Popo

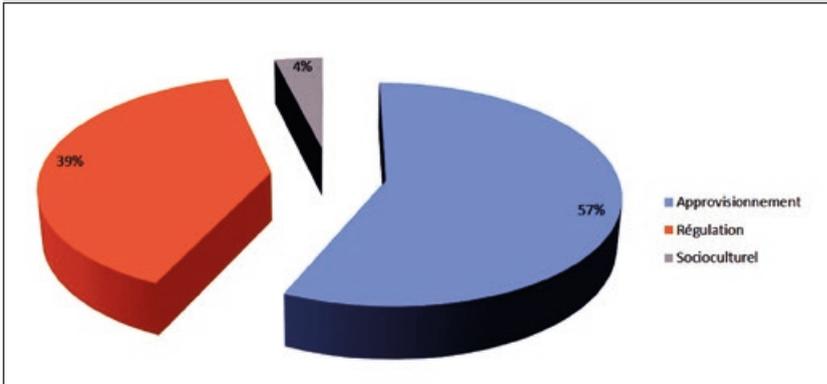
De nombreux services ou bienfaits sont offerts par les arbres d'alignement aux populations riveraines des rues étudiées. Les proportions des répondants pour chaque catégorie de services écosystémiques sont données en figure 4.

La figure 4 présente les proportions de réponses relatives aux catégories de services écosystémiques reconnus par les populations sur les arbres d'alignement. Il en résulte que 57 % des répondants bénéficient des services d'approvisionnement contre 45 % des répondants pour les services de régulation et 4 % pour les services socioculturels. Toutefois, il est à noter que certains répondants font référence

**Tableau I.**  
Diversité spécifique des plantations d'alignement de la ville de Grand-Popo.

Indices	Rue 1	Rue 2	Rue 3	Rue 4	Ensemble
Richesse spécifique (S)	21	9	17	8	26
Indice de Shannon (H)	$3,37 \pm 0,15$	$2,53 \pm 0,17$	$3,02 \pm 0,14$	$1,96 \pm 0,15$	$3,61 \pm 0,14$
Équitabilité de Pielou (R)	$0,77 \pm 0,03$	$0,80 \pm 0,09$	0,74	$0,65 \pm 0,06$	$0,76 \pm 0,06$

Rue 1 = carrefour Grand-Popo à Honssoukoué ; Rue 2 = carrefour Grand-Popo au pont sur le fleuve Mono à Onkouhoué ; Rue 3 = carrefour Grand-Popo et Zogbédi à la périphérie ouest de la ville ; Rue 4 = rue de la Mairie.  
Source : travaux de terrain, 2019.



**Figure 4.**  
 Proportion des répondants sur les catégories de services écosystémiques. Sources : travaux de terrain, 2019.

d'usage la plus forte est observée sur l'ombrage (VU = 0,90) qui est un service de régulation. En effet, les arbres d'alignement sont appréciés par la majorité des enquêtés pour leur capacité à fournir de l'ombre pour l'amélioration du climat local. Les autres valeurs d'usage les plus élevées varient entre 0,64 et 0,78 et sont observées au sein des services d'approvisionnement. Ce constat s'explique par le fait que les services d'approvisionnement sont constitués des produits alimentaires et médicinaux, puis du bois de feu et sont sollicités quotidiennement dans les usages domestiques par les riverains. En revanche, les valeurs d'usage les plus faibles varient entre 0,006 et 0,11 et sont observées au sein des services socioculturels

à deux ou plusieurs services écosystémiques. Ces services proviennent des formes d'usage des organes ou parties des plantes. La classification des formes d'usage dans les catégories de services écosystémiques est présentée dans le tableau II.

On note dans le tableau II que neuf formes d'usage sont signalées par les populations riveraines et peuvent être classées en trois catégories de services écosystémiques. Il s'agit des services d'approvisionnement, avec quatre formes d'usage dont l'alimentation, le bois énergie, la pharmacopée et l'utilisation sous forme de palissades. Ces formes d'usage proviennent de 1 à 4 organes et de 7 à 10 espèces selon le cas. Les services de régulation regroupent deux formes d'usage constituées de l'ombrage et du brise-vent contre les courants marins. C'est le houppier des arbres qui est sollicité pour assurer ce service et 17 espèces sont signalées pour fournir l'ombrage. Du point de vue services socioculturels, on dénombre trois formes d'usage dont la valeur esthétique du paysage, l'artisanat et la fabrication d'emballages alimentaires. Un à deux organes interviennent dans la fourniture de ce service et une dizaine d'espèces sont sollicitées pour améliorer la valeur esthétique du paysage. En termes d'importance, il ressort que la valeur

Les formes d'usage des organes sollicités en fonction des espèces sont détaillées dans le tableau III.

Il ressort de la lecture du tableau III que *Cocos nucifera* est le plus grand fournisseur de bienfaits aux citoyens de la ville de Grand-Popo, avec cinq formes d'utilisation (alimentation, pharmacopée, bois énergie, palissade et ombrage) quotidiennement sollicitées par les populations. De façon spécifique, l'usage alimentaire provient des arbres fruitiers tels que *Coccoloba uvifera*, *Terminalia catappa* (introduites par les campagnes de reboisement), *Cocos nucifera* (introduite à la fois par les campagnes de reboisement et les populations), *Mangifera indica*, *Eleais guineensis*, *Citrus lemon* (introduites par les populations) et *Borassus aethiopicum* (introduit par le phénomène de dissémination). L'usage médicinal ou la pharmacopée est fourni par les espèces telles que *Cocos nucifera*, *Azadirachta indica*, *Coccoloba uvifera*, *Acacia auriculiformis*, *Mangifera indica*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Calotropis procea* et *Citrus lemon*. Quant à l'ombrage, il constitue un avantage commun que procurent la plupart des arbres en plantation, en fonction de leur taille et de la forme de leur houppier. L'exploitation du bois énergie est une opportunité provenant de l'abattage ou de l'élagage des arbres. En effet, selon la réglementation forestière

**Tableau II.**  
 Classification des formes d'utilisation en services écosystémiques et leurs valeurs d'usage.

Catégories de services écosystémiques	Formes d'usage	Nombre d'organes ou parties de la plante	Nombre d'espèces	Nombre d'utilisations	Valeur d'usage
Approvisionnement	Alimentation	1	10	10	0,79
	Bois énergie	3	8	10	0,77
	Pharmacopée	4	7	11	0,64
	Palissade	1	2	2	0,44
Régulation	Ombrage	1	17	17	0,90
	Brise-vent	1	1	1	0,01
Socioculturel	Esthétique	2	7	10	0,11
	Artisanat	1	1	1	0,01
	Emballage	1	1	1	0,006

Sources : travaux de terrain, 2019.

Tableau III.

Organes ou parties de la plante utilisés par les populations urbaines en fonction des espèces.

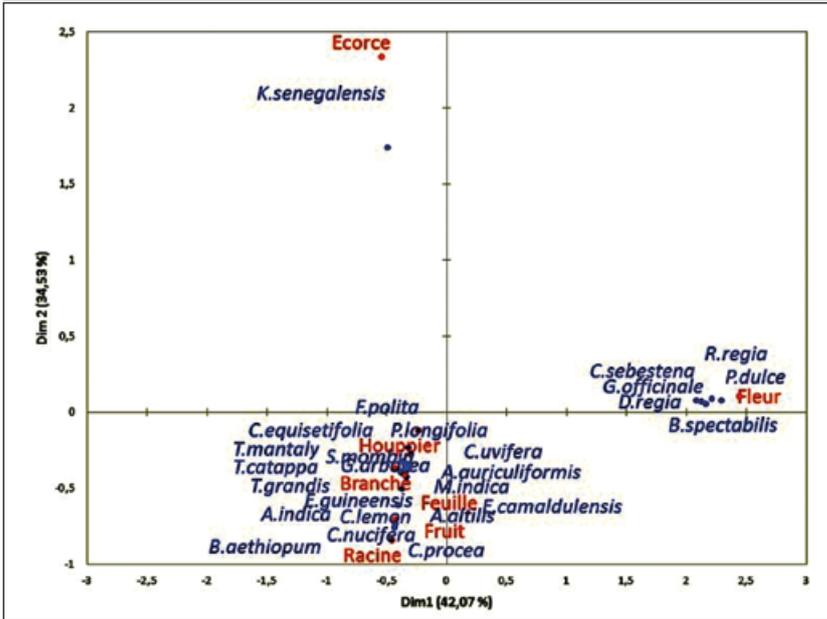
Espèces	Formes d'utilisation des organes ou parties de la plante						
	Branche et tronc	Fleur	Feuille	Fruit	Écorce	Houppier	Racine
<i>Cocos nucifera</i>	Bois énergie		Palissade	Alimentation		Ombrage	Pharmacopée
<i>Terminalia catappa</i>	Bois énergie			Alimentation		Ombrage	
<i>Azadirachta indica</i>	Bois énergie		Pharmacopée	Pharmacopée		Ombrage	
<i>Coccoloba uvifera</i>	Bois énergie		Pharmacopée	alimentation		Ombrage	
<i>Casuarina equisetifolia</i>						Brise vent	
<i>Acacia auriculiformis</i>	Bois énergie		Pharmacopée			Ombrage	
<i>Mangifera indica</i>	Bois énergie		Alimentation du bétail	Alimentation		Ombrage	
<i>Khaya senegalensis</i>	Bois énergie		Pharmacopée		Pharmacopée	Ombrage	
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Bois énergie		Pharmacopée				
<i>Elaeis guineensis</i>	Bois énergie		Palissade	Alimentation		Ombrage	
<i>Borassus aethiopum</i>			Artisanat	Alimentation			Alimentation
<i>Bougainvillea spectabilis</i>		Esthétique				Ombrage	
<i>Cordia sebestena</i>		Esthétique	Esthétique				
<i>Guaiacum officinale</i>		Esthétique	Esthétique			Ombrage	
<i>Calotropis procea</i>			Pharmacopée				Pharmacopée
<i>Pithecellobium dulce</i>		Esthétique					
<i>Terminalia mantaly</i>	Bois énergie					Ombrage	
<i>Delonix regia</i>		Esthétique				Ombrage	
<i>Gmelina arborea</i>						Ombrage	
<i>Artocarpus altilis</i>				Alimentation		Ombrage	
<i>Ficus polita</i>						Ombrage	
<i>Polyalthia longifolia</i>			Esthétique				
<i>Roystonea regia</i>		Esthétique	Esthétique				
<i>Citrus lemon</i>			Pharmacopée	Alimentation			
<i>Spondias mombin</i>						Ombrage	
<i>Tectona grandis</i>			Emballage			Ombrage	

Source : enquêtes de terrain, 2019.

en vigueur au Bénin, les formes de mutilations telles que l'abattage ou l'élagage ne sont pas autorisées directement sur le patrimoine végétal public. Mais cela s'avère parfois nécessaire pour entretenir les réseaux aériens ou enterrés, ou pour éviter les risques de chute potentielle. C'est dans ces cas que les communautés se livrent à l'exploitation du bois énergie sur les arbres d'alignement. La valeur esthétique est assurée par les espèces à fleur ou à houppier attrayant telles que *Bougainvillea spectabilis*, *Cordia sebestena*, *Guaiacum officinale*, *Delonix regia*, *Polyalthia longifolia* et *Roystonea regia*.

L'analyse quantitative des taux de réponses indique que la probabilité associée au test de  $\chi^2$  entre les organes utilisés et les espèces recensées est inférieure au seuil de significativité (p-value < 0,0001). Ce qui suggère une dépendance entre ces deux variables, qui est illustrée à travers l'analyse factorielle des correspondances (AFC) présentée sur la figure 5.

La figure 5 montre la carte factorielle des organes utilisés sur les arbres d'alignement en fonction de la diversité spécifique des rues aménagées dans la ville de Grand-Popo. Les valeurs propres extraites par les deux premiers axes factoriels sont respectivement de 42,07 % et 34,53 %, correspondant à une inertie totale de 76,60 %, ce qui permet d'exploiter les résultats pour tirer des conclusions valables. L'interprétation de cette figure permet de noter sur l'axe factoriel 1 (Dim 1) une forte contribution des fleurs comme organe utilisé par les populations. Sur l'axe factoriel 2 (Dim 2), on note une forte contribution des fruits, des feuilles, des racines, du tronc et du houppier comme organes et parties des plantes fournisseurs de biens et services aux populations en opposition à l'utilisation de l'écorce. La projection des coordonnées dans le système d'axes factoriels informe sur trois grands groupes d'usages des organes des arbres d'alignement, dont deux sont spécifiques. Parmi les groupes d'usages spécifiques, il y a l'ex-



**Figure 5.**  
 Regroupement des espèces en fonction des organes  
 ou parties des plantes qui procurent les services  
 écosystémiques. Sources : enquêtes de terrain, 2019.

exploitation de l'écorce, majoritairement sollicitée sur *Khaya senegalensis* dans le domaine de la pharmacopée, et l'utilisation des fleurs et formes du houppier des espèces telles que *Bougainvillea spectabilis*, *Cordia sebastena*, *Guaïacum officinale*, *Delonix regia*, et *Roystonea regia* pour la valorisation de l'esthétique du paysage. Mis à part ces particularités, l'utilisation des organes est partagée entre les autres espèces pour fournir les bienfaits tels que l'ombrage, l'alimentation, le bois énergie et le brise-vent.

## Discussion

### Préférences citadines : un facteur de conditionnement de la diversité floristique le long des rues de Grand-Popo

Bien que la commune de Grand-Popo soit une ville touristique et un espace de transit, peu d'attention est portée sur sa foresterie urbaine pour rendre son paysage attractif. Cette étude a montré que les plantations d'alignement de la ville présentent une diversité floristique constituée d'espèces à majorité exotiques. Le même constat a été fait par Vroh *et al.* (2014) sur les arbres plantés le long des boulevards de la commune du Plateau en Côte d'Ivoire. Les espèces les plus représentatives le long des rues étudiées dans l'agglomération de Grand-Popo sont : *Cocos nucifera* (20 %), *Terminalia catappa* (15,74 %), *Azadiracta indica* (12,59 %) et *Coccoloba uvifera* (10 %). Ces quatre espèces regroupent 58,33 % des individus des plantations d'alignement. Du point de vue statistique, Kouadio *et al.* (2016), dans une étude sur les plantations d'alignement des communes du Plateau et de Cocody dans la ville d'Abidjan, avaient aussi observé une dominance de quatre espèces représentant 64 % des indivi-

us recensés, mais ces espèces ne sont pas toujours les mêmes que celles identifiées dans la ville de Grand-Popo. Il en est ainsi pour Kouassi *et al.* (2018) qui ont constaté une forte fréquence de cinq espèces sur une vingtaine dénombrées dans les plantations d'alignement de la ville de Daloua.

Ces constats s'expliquent par le fait que ces espèces majoritaires sont celles prisées dans les reboisements pour les fonctions d'ombrage et d'esthétique du paysage et de séquestration de carbone (Vroh *et al.*, 2014). En plus de ces fonctions, certaines espèces constituent un potentiel pour des usages domestiques par les populations de la ville de Grand-Popo. Et pour mieux exploiter ce potentiel, ces espèces sont introduites par les populations dans les alignements, dans le but d'utiliser les organes plus tard. Il en résulte une diversification liée au choix des riverains, auxquels une attention plus grande devrait être accordée. En effet, les plantations d'alignement constituent un patrimoine public géré à la fois par la municipalité et les unités forestières communales.

Ainsi, elles ne devraient pas faire l'objet de perturbations par les communautés, comme c'est le cas à Grand-Popo. Car l'usage des arbres du domaine public comme celui du privé est réglementé selon le Décret n° 96-271 du 2 juillet 1996, portant code forestier du Bénin.

Pour éviter ces formes d'utilisation illicites des arbres d'alignement à des fins privées, la mise en place des plantations communautaires constituées d'espèces préférées peut être envisagée, compte tenu de leur importance pour les communautés (Raymond et Simon, 2012). Le contexte socioculturel de l'agglomération de Grand-Popo illustre bien cette nécessité de diversification des plantations, car il montre l'influence de l'introduction d'espèces au bénéfice des populations, notamment au niveau de l'axe de rue 1 (carrefour Grand-Popo à Honssoukouè). Cette alternative est jugée utile selon Morgenroth *et al.* (2015), pour qui l'un des moyens d'assurer le bien-être des populations est l'intégration de la végétation qui prend en compte les préférences humaines. Cette pratique permet aussi d'augmenter la valeur socio-écologique du paysage, considérée comme élément indispensable au mieux-être des citoyens. Par ailleurs, la diversification spécifique en milieu urbain est un avantage contre les invasions de nuisibles, selon une étude réalisée par Raupp *et al.* (2006) dans certaines villes au nord-est des États-Unis d'Amérique. Pour permettre aux arbres d'alignement d'assurer pleinement leurs fonctions socio-écologiques, nous suggérons aux gestionnaires de la ville de Grand-Popo de créer des plantations à usage domestique pour les populations. Cette alternative permettra d'éviter une utilisation abusive des arbres d'alignement.



**Photo 2.**  
*Azadirachta indica* abattu et en récupération  
pour servir de bois énergie.  
Photo A. A. Osseni.

### Vers une considération des services écosystémiques fournis par les plantations urbaines dans la ville de Grand-Popo

La typologie des services écosystémiques selon les avantages et bienfaits que les populations tirent des arbres d'alignement de la ville de Grand-Popo, est basée sur la combinaison de différentes approches méthodologiques adoptées sur la thématique, qui ont permis d'identifier trois catégories de services écosystémiques, selon la classification fonctionnelle proposée par Kosmus *et al.* (2013). La plupart des usages attribués aux espèces identifiées en milieu urbain sont conformes aux préférences sociales des ressources végétales identifiées en milieu rural par Diop *et al.* (2011). Ces formes d'utilisation confirment que les plantations d'alignement assurent une part non négligeable des fonctions sociale, économique et environnementale, en complément aux autres formations végétales des milieux urbains (Kadir et Othman, 2012). Partant de ce constat, les arbres d'alignement peuvent servir à structurer des projets d'aménagement dans un contexte de ville durable (Balez et Reunkrilerk, 2013). En effet, le recours aux arbres urbains dans les usages quotidiens est un fait socioculturel qui est influencé par la présence et la proximité des espèces utiles, ainsi que les connaissances en ethnobotanique des popu-

lations (Dandy, 2010). Les mêmes constats sont faits par Amontcha *et al.* (2015) dans la ville d'Abomey-Calavi au Bénin. Ainsi, du point de vue des services d'approvisionnement, les usages alimentaire, médicinal et sous forme de bois énergie sont les mieux connus par les populations. Par exemple, l'utilisation des fruits comme aliment est très répandue et ancrée dans les habitudes quotidiennes aussi bien à Grand-Popo que dans d'autres villes côtières du Bénin et d'Afrique de l'Ouest (Nero *et al.*, 2018). Parmi les espèces qui fournissent le plus de services d'approvisionnement figure *Cocos nucifera*, qui est aussi bien utilisée dans les alignements que dans les plantations familiales. Il s'agit d'une espèce à la fois préférée par les populations pour ses multiples usages et adaptée au milieu. Ainsi, les campagnes de reboisement en tiennent compte, ce qui permet d'observer plusieurs générations de cette espèce dans les plantations urbaines de Grand-Popo. Pour les usages médicaux, *Khaya senegalensis* est très prisée et les observations sur le terrain ont montré que tous les individus de cette espèce ont leur tronc écorcé (photo 1).

Un autre service d'approvisionnement très sollicité dans l'agglomération de Grand-Popo est la fourniture du bois énergie, rendu disponible par les opérations d'élagage et d'abattage. Ce qui donne l'opportunité aux riverains de conditionner les branches et les troncs pour en faire du bois de feu pour la cuisson des repas (photo 2). Mais, en l'absence de contrôle, il arrive que les populations tentent d'abuser de ce service en abattant volontairement les arbres urbains. Dans ces conditions, l'utilisation du bois énergie comme service écosystémique provenant des arbres urbains constitue un problème pour la conservation de la végétation urbaine en général (Bangirinama *et al.*, 2016) et pour la viabilité des plantations d'alignement en particulier. Quant aux services de régulation, la fourniture d'ombrage est en tête et la plupart des espèces en plantation participent à ce service, fortement apprécié pour sa contribution à l'amélioration du microclimat pendant les heures de repos ou de récréation (photo 3). Cet aspect revêt un intérêt pour les citoyens qui cherchent à optimiser le confort et à minimiser l'utilisation de l'énergie dans les bâtiments (Rodriguez-Potes, 2012).

Cependant, on note dans la catégorie des services de régulation que la séquestration du carbone atmosphérique par les arbres d'alignement n'est pas citée par les populations, alors que ce service apparaît comme une évidence selon des études de Vroh *et al.* (2014), Kouassi *et al.* (2018) et Nomel *et al.* (2019). Cela pourrait s'expliquer par la méconnaissance de ce type de service ou encore par son caractère immatériel qui ne permettent pas aux communautés de l'apprécier.

Par ailleurs, l'ombrage et les branches des arbres servent également de galerie commerciale aux populations pour l'exposition des objets d'art vendus aux touristes (photos 4a et 4b), et dont la vente génère des revenus substantiels. En outre, une espèce spontanée telle que *Borassus aethiopum* est retrouvée dans les alignements de la ville du fait des phénomènes de dissémination naturelle (photo 5).



**Photo 3.**  
Repos et récréation au pied de *Coccoloba uvifera* ombragé.  
Photo A. A. Osseni.

Cette espèce dont les organes, notamment les fruits, sont utilisés dans l'alimentation et les feuilles dans l'artisanat est conservée par les populations. Ainsi, sa protection est assurée et, par conséquent, sa présence et sa multiplication représentent une opportunité de diversification spécifique des plantations, d'une part, et assurent la disponibilité des services écosystémiques, d'autre part. Bien qu'il ait été observé une certaine faune, notamment les oiseaux en migration dans la localité sur les arbres, aucun service de soutien n'a été signalé, ni déclaré par les populations. La non-reconnaissance des services de soutien peut se justifier par le niveau de connaissance des enquêtés sur les services écosystémiques et le fait que l'habitat écologique soit un service non marchand (Laille *et al.*, 2015) dont les bénéfices n'impactent pas directement les riverains.

Au final, on retiendra que les arbres urbains sont d'une importance capitale pour la ville et participent au bien-être des populations. Mais leur utilisation sans autorisation préalable, surtout en matière de prélèvement d'organes, constitue une infraction au plan réglementaire, conformément à la Loi n° 93-009 du 2 juillet 1993, portant régime des forêts en République du Bénin. Sur le plan écologique, cela constitue une contrainte à la viabilité des plantations, posant ainsi la problématique du contrôle de l'accès aux services écosystémiques (Maris, 2014).



**Photos 4.**  
a) Exposition de produits artisanaux sous un pied de *Coccoloba uvifera*. b) Alignement de *Coccoloba uvifera* et son utilisation sous forme de stands artisanaux.  
Photo A. A. Osseni.

## Conclusion

Cette recherche a permis de mettre en évidence l'importance de la diversité spécifique des plantations d'arbres le long des axes routiers aménagés dans les pratiques quotidiennes des populations de la ville de Grand-Popo. Les résultats ont permis de comprendre que les arbres d'alignement contribuent à la disponibilité des services écosystémiques, dont la variété est fonction de la diversité des espèces plantées. Les espèces dénombrées sont pour la plupart exotiques et appartiennent en majorité aux familles des Arecaceae, Meliaceae, Combretaceae et Polygonaceae. La richesse spécifique élevée observée est la conséquence de l'introduction des espèces préférées par les riverains dans les alignements pour en tirer des bénéfices et bienfaits à travers l'exploitation des organes ou parties des plantes. Ce faisant, les plantations d'alignement participent au bon fonctionnement du milieu urbain, notamment dans ses composantes environnementales et sociales. Au regard de ces considérations, l'intégration des services écosystémiques dans la planification urbaine est nécessaire pour appuyer les actions de développement durable dans la ville de Grand-Popo. Les résultats de



**Photo 5.**  
Développement spontané de *Borassus aethiopum* au bord d'une voie bitumée.  
Photo A. A. Ossenii.

cette étude constituent une banque d'informations pour les décideurs municipaux, dans la mesure où la problématique des services écosystémiques est rarement évoquée au cours des réflexions pour le choix des espèces plantées, ou avant la mise en œuvre des options d'aménagement des espaces verts dans la ville de Grand-Popo.

### Remerciements

Les auteurs remercient la Mairie et la population de la ville de Grand-Popo, notamment les agents municipaux, qui ont facilité les prises de contact et la collecte des données, et les personnes enquêtées qui se sont prêtées au jeu du questionnaire.

## Références

Akoègninou A., Van der Burg W. J., Van der Maesen L. J. G., 2006. Flore analytique du Bénin. Kerkwerve, Pays-Bas, Backhuys Publishers, 1 034 p.

Amontcha A. A. M., Loubegnon O. T., Tenté B., Djego J., Sinsin B. A., 2015. Aménagements urbains et dégradation de la phytodiversité dans la Commune d'Abomey-Calavi (Sud-Bénin). Journal of Applied Biosciences, 91 : 8519-8528. <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v91i1.9>

Balez A., Reunkrilerk J., 2013. Écosystèmes et territoires urbains : impossible conciliation ? Développement Durable et Territoires, 4 (2) : 1-18. <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.9853>

Bangirirama F., Nzitwanayo B., Hakizimana P., 2016. Utilisation du charbon de bois comme principale source d'énergie de la population urbaine : un sérieux problème pour la conservation du couvert forestier au Burundi. Bois et Forêts des Tropiques, 328 (2) : 45-53. <https://doi.org/10.19182/bft2016.328.a31301>

Behrens F. M. L., 2011. Selecting public street and park trees for urban environments: the role of ecological and biogeographical criteria. PhD Thesis, Lincoln University, USA, 266 p.

Beichler S. A., 2015. Exploring the link between supply and demand of cultural ecosystem services towards an integrated vulnerability assessment. International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management, 11 (3): 250-263. <http://dx.doi.org/10.1080/21513732.2015.1059891>

Calaza P., Cariñanos P., Escobedo F. J., Schwab J., Tovar G., 2018. Bâtir une infrastructure verte et des paysages urbains. Unasylva, 69 : 11-21. <http://www.fao.org/3/l8707FR/l8707fr.pdf>

Daily G., 1992. Nature's services: societal dependence on natural ecosystems. Washington, DC, USA, Island Press, 392 p.

Dandy N., 2010. Climate change and street trees project. The social and cultural values, and governance, of street trees. Social Research Report. Research Agency of the Forestry Commission, UK, 39 p.

Décret n° 96-271 du 2 juillet 1996 portant code forestier béninois, 1996. Bénin, Décret d'application du régime forestier. Droit-Afrique.com, 12 p. <http://www.droit-afrique.com/upload/doc/benin/Benin-Decret-1996-271-application-regime-forestier.pdf>

Diop M., Sambou B., Goudiaby A., Guiro I., Niang-Diop F., 2011. Ressources végétales et préférences sociales en milieu rural sénégalais. Bois et Forêts des Tropiques, 310 (4) : 57-68. <https://doi.org/10.19182/bft2011.310.a20459>

Fisher B., Turner K., Zylstra M., Brouwer R., De Groot R., Farber S., et al., 2008. Ecosystem services and economic theory: Integration for policy-relevant research. Ecological Applications, 18 (8): 2050-2067. <https://doi.org/10.1890/07-1537.1>

Gómez-Baggethun E., de Groot R., Lomas P. L., Montes C., 2010. The history of ecosystem services in economic theory and practice: From early notions to markets and payment schemes. Ecological Economics, 69: 1209-1218. <http://doi:10.1016/j.ecolecon.2009.11.007>

Heubes J., 2012. Modelling the impact of future climate and land use change on vegetation patterns, plant diversity and provisioning ecosystem services in West Africa. PhD Thesis, Johann Wolfgang Goethe Universität, Germany, 109 p.

Houéhanou D. T., Assogbadjo A. E., Chadare F. J., Zanzo S., Sinsin B., 2016. Approches méthodologiques synthétisées des études d'ethnobotanique quantitative en milieu tropical. Annales des Sciences Agronomiques, 20 : 187-205.

INSAE, 2016. Cahier des villages et quartiers de ville du département du Mono. RGPH 4, 31 p.

Kadir M. A. A., Othman N., 2012. Towards a better tomorrow: Street trees and their values in urban areas. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 35: 267-274. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.02.088>

Kosmus M., Renner I., Ullrich S., 2013. Intégration des services écosystémiques dans la planification du développement : Une approche graduelle destinée aux praticiens et basée sur l'approche TEEB. Bonn, Allemagne, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), 94 p.

Kouadio Y. J. C., Vroh B. T. A., Goné Bi Z. B., Adou Yao C. Y., N'guessan K. E., 2016. Évaluation de la diversité et estimation de la biomasse des arbres d'alignement des communes du Plateau et de Cocody (Abidjan - Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences*, 97 : 9141-9151. <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v97i1.1>

Kouassi J. K., Kouassi H. K., Kouassi H. R., 2018. Évaluation de la diversité floristique et estimation du taux de séquestration de carbone des arbres en alignement de voies de la commune de Daloa (Côte d'Ivoire), *International Journal of Biological and Chemical Science*, 12 (4) : 1876-1886. <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i4.28>

Laille P., Provendier D., Colson F., 2015. Effets du végétal sur le cadre de vie et la santé humaine. *Innovations Agronomiques*, 45 : 47-60.

Livesley S. J., McPherson E. G., Calafapietra C., 2016. The Urban Forest and Ecosystem Services: Impacts on Urban Water, Heat, and Pollution Cycles at the Tree, Street, and City Scale. *Journal of Environmental Quality*, 45 (1) : 119-124. <https://doi.org/10.2134/jeq2015.11.0567>

Loi n° 93-009 du 2 juillet 1993 portant régime des forêts, 1993. Bénin, Régime forestier. *Droit-Afrique*, 12 p. <http://www.droit-afrique.com/upload/doc/benin/Benin-Loi-1993-09-regime-des-forets.pdf>

Lougbégnon T. O., 2013. Évaluation de la diversité des essences forestières urbaines de la ville de Porto-Novo et leurs utilisations par les populations locales. *Revue de Géographie du Laboratoire Leïdi*, 11 : 326-341. <https://docplayer.fr/58324465-Evaluation-de-la-diversite-des-essences-forestieres-urbaines-de-la-ville-de-porto-novo-et-leurs-utilisations-par-les-populations-locales.html>

Mairie – Grand-Popo, 2019. Plan de développement communal de Grand-Popo 2019-2023. Mairie de Grand-Popo, 254 p.

Maris V., 2014. *Nature à vendre : Les limites des services écosystémiques pour protéger la biodiversité*. Versailles, France, Éditions Quæ, 96 p.

McHale M. R., McPherson E. G., Burke I. C., 2007. The potential of urban tree plantings to be cost effective in carbon credit markets. *Urban Forestry & Urban Greening*, 6 (1): 49-60. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2007.01.001>

MEA (Millennium Ecosystem Assessment), 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington, DC, USA, Island Press, 266 p. <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>

Morgenroth J., Ostberg J., Konijnendijk C., Nielsen A. B., Hauer R., Sjomann H., *et al.*, 2015. Urban tree diversity: Taking stock and looking ahead. *Urban Forestry & Urban Greening*, 15: 1-5. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2015.11.003>

Nero B F., Nana A. K. R., Fatunbi O., 2018. Tree Species Diversity and Socioeconomic Perspectives of the Urban (Food) Forest of Accra, Ghana. *Sustainability*, 10 : 3417-3436. <https://doi.org/10.3390/su10103417>

Niemelä J., Saarela S.-R., Söderman T., Kopperoinen L. Yli-Pelkonen V., Vare S., *et al.*, 2010. Using the ecosystem services approach for better planning and conservation of urban green spaces: A Finland case study. *Biodiversity Conservation*, 19: 3225-3243. <https://doi.org/10.1007/s10531-010-9888-8>

Nomel G. J. R., Kouassi R. H., Augustin A. S., N'guessan K. E., 2019. Diversité et stock de carbone des arbres d'alignement : cas d'Assabou et Dioulakro de la ville de Yamoussoukro (Centre de la Côte d'Ivoire). *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 13 (4) : 84-89. <http://iosrjournals.org/iosr-jestft/papers/Vol13-%20Issue%204/Series-1/K1304018489.pdf>

Ong H. G., Kim Y. D., 2014. Quantitative ethnobotanical study of the medicinal plants used by the Ati Negrito indigenous group in Guimaras island, Philippines. *Journal of Ethnopharmacology*, 157: 228-242. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2014.09.015>

Pardo C., 2005. Du rural à l'urbain : Intégrations, usages et gestions de l'arbre dans les paysages de la méditerranée nord-occidentale. Thèse de doctorat de géographie, Université Paul Valéry - Montpellier III, France, 614 p. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00370852>

Raupp M. J., Cumming A. B., Raupp E. C., 2006. Street tree diversity in Eastern North America and its potential for tree loss to exotic borers. *Arboriculture & Urban Forestry*, 32 (6): 297-304. <https://naldc.nal.usda.gov/download/27863/PDF>

Raymond R., Simon L., 2012. Biodiversité : les services écosystémiques et la nature en ville. *Revue Forestière Française*, 3 : 339-350. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01592204>

Rodriguez-Potes L. M., Hanrot S., Dabat M. A., Izard J. L., 2012. Variation des paramètres de plantation des arbres d'alignement dans un milieu urbain et son influence sur la température de l'air : cas d'Aix-en-Provence, France. In : Thibaud J.-P., Siret D. (éds). *Ambiances in action / Ambiances en acte(s)*. Actes du 2<sup>nd</sup> Congrès international sur les Ambiances (Montréal, Canada, 19-22 septembre 2012). Grenoble, France, Réseau international Ambiances, 261-266.

Vroh B. T. A., Tiébré M. S., N'guessan K. E., 2014. Diversité végétale urbaine et estimation du stock de carbone : cas de la commune du Plateau, Abidjan, Côte d'Ivoire. *Afrique Science*, 10 (3) : 329-340. <https://www.ajol.info/index.php/afsci/article/download/109751/99499>

**Osseni *et al.* – Contribution des auteurs**

Rôle du contributeur	Noms des auteurs
Conceptualisation	A. B. H. Tente
Gestion des données	A. A. Osseni
Analyse formelle	A. A. Osseni
Acquisition du financement	A. A. Osseni, G. F. Gbesso, K. M. Nassi
Enquête et investigation	A. A. Osseni, G. F. Gbesso, K. M. Nassi
Méthodologie	A. A. Osseni, G. F. Gbesso, K. M. Nassi
Gestion de projet	A. B. H. Tente
Ressources	A. A. Osseni
Logiciels	A. H. B. Tente
Supervision	A. A. Osseni, G. F. Gbesso, K. M. Nassi
Validation	A. A. Osseni, G. F. Gbesso, K. M. Nassi
Visualisation	A. A. Osseni
Écriture – Préparation de l'ébauche originale	A. A. Osseni, G. F. Gbesso, K. M. Nassi

Bois et Forêts des Tropiques - Revue scientifique du Cirad -  
 © Bois et Forêts des Tropiques © Cirad



Cirad - Campus international de Baillarguet, 34398 Montpellier Cedex 5, France - Contact : [bft@cirad.fr](mailto:bft@cirad.fr) - ISSN : L-0006-579X