

## Bilan et contraintes de la sauvegarde des arbres matures d'alignement face aux aménagements routiers dans la ville de Cotonou

Abdel Aziz OSSENI\*

*Université Nationale d'Agriculture (UNA), École d'Horticulture et d'Aménagement des Espaces Verts (EHAÉV),  
Laboratoire des Sciences Végétales, Horticoles et Forestières (LSVHF), Unité de Recherche Horticole et  
d'Aménagement des Espaces Verts (URHAÉV), BP 43, Kétou, République du Bénin*

(Reçu le 29 Novembre 2021 ; Accepté le 13 Janvier 2022)

---

\* Correspondance, courriel : [abdelossen@yahoo.fr](mailto:abdelossen@yahoo.fr)

### Résumé

Face à la nécessité de développement des villes, la mise en œuvre des aménagements s'impose, et se révèle parfois dommageable pour les arbres matures se trouvant dans l'emprise des travaux. Le présent travail a pour objectif d'analyser la situation des arbres matures face aux aménagements routiers dans la ville de Cotonou. La méthodologie utilisée repose sur le recensement de tous les arbres matures sauvegardés et ceux abattus sur 20 km de rues nouvellement aménagées. Ensuite, l'opinion des acteurs impliqués dans la foresterie urbaine a été recueillie sur la vulnérabilité des arbres, au moyen des entretiens semi-structurés réalisés auprès de 221 personnes, réparties en 4 catégories d'acteurs. Les paramètres de diversité sont calculés pour apprécier le cortège végétal ayant échappé à la dégradation. Les fréquences relatives de l'opinion des catégories d'acteurs interviewés sont calculées puis soumises au test de corrélation de Pearson pour apprécier la concordance entre les réponses fournies sur les contraintes de la sauvegarde des arbres matures. Les résultats obtenus révèlent que 461 individus d'arbres ont été abattus pendant la réalisation des aménagements routiers, contre 40 individus sauvegardés et répartis en 13 espèces de 10 familles et 12 genres le long des rues explorées. L'indice moyen de diversité de Shannon ( $3,27 \pm 0,12$  bits) et l'équitabilité de Pielou ( $0,88 \pm 0,03$ ) expliquent un phénomène de dominance de quelques espèces, dont les plus représentatives sont *Cocos nucifera*, *Roystonea regia* et *Terminalia mantaly* représentant 52,5 % l'effectif total des individus. Les principales contraintes évoquées et qui rendent vulnérables les arbres matures sont l'emprise des travaux, le compactage du sol, la protection des réseaux électriques et d'adduction d'eau, puis les chocs externes dus aux engins sont. Une concordance a été notée entre les opinions des acteurs sur les contraintes d'aménagement ( $r = 0,98$  ;  $p = 0,02$ ) et leurs effets ( $r = 1$  ;  $p < 0,0001$ ). Ces informations méritent d'être prises en compte pour l'optimisation de la gestion des arbres d'alignement, et pour la durabilité de la ville Cotonou.

**Mots-clés :** *arbres matures, contrainte, vulnérabilité, aménagement urbain, Cotonou.*

## Abstract

### Assessment and restrictions of the safeguarding major avenue trees facing the roadways planning in the city of Cotonou

In front of the need to develop cities, the implementation of land planning is essential, but sometimes damaging for major trees on the way of building. The objective of this work is to assess major avenue trees situation and its restrictions in context of roadway planning. The used methodology is based on numbering of all the major trees saved on 20 kilometers of newly roadway. Then, the opinions of stakeholders involved in urban forestry were collected on the vulnerability of trees, through semi-structured interviews carried out with 221 peoples, divided into 4 categories of actors. The diversity parameters are calculated to appreciate the plant cortège having escaped to the deterioration. The relative frequencies of the opinions of the categories of actors interviewed are calculated and subjected to the Pearson correlation test to appreciate the concordance between the answers provided on the restriction of the safeguard of the major trees. The obtained results reveal that 461 individuals of trees were felled during the planning of the road works, against 40 individuals saved and distributed in 13 species of 10 families and 12 genus along the explored roads. The Shannon average index ( $3.27 \pm 0.12$  bits) and Pielou fairness ( $0.88 \pm 0.03$ ) explain a phenomenon of dominance of some species, among which the most representative are *Cocos nucifera*, *Roystonea regia* and *Terminalia mantaly* representing 52.5 % of the total number of individuals. The main constraints mentioned and which make major trees vulnerable are the influence of the works, the compaction of the soil, the protection of the electricity and water supply networks, then the external shocks due to the machinery. Agreement was noted between the opinions of stakeholders on development constraints ( $r = 0.98$ ;  $p = 0.02$ ) and their effects ( $r = 1$ ;  $p < 0.0001$ ). This information deserves to be taken into account for the optimization of the management of avenue trees, and for the sustainability of the city of Cotonou.

**Keywords :** *major trees, restriction, vulnerability, Urban planning; Cotonou.*

## 1. Introduction

La construction d'infrastructures routières exige parfois la destruction de biens et équipements existants. Dans le contexte du milieu urbain, les arbres d'alignement sont souvent victimes de l'aménagement ou de l'agrandissement des voies [1]. Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), d'importantes superficies de forêts urbaines ou zones boisées sont détruites chaque année en Afrique pour cause d'urbanisation [2]. Au Bénin, rien que dans la ville d'Abomey-Calavi, les récents travaux d'aménagement et d'ouverture des voies ont entraîné l'abattage de 620 individus d'arbres d'alignement [3]. Or la plupart de ces arbres sont déjà matures et offrent les conditions écologiques favorables à la durabilité de la ville [4]. Ils procurent entre autres de l'ombrage pour l'amélioration du climat local et constituent des puits de carbone [5, 6], tout en assurant la purification de l'air ambiant [7]. Ces avantages confèrent à l'arbre urbain un caractère est multifonctionnel à travers les services écosystémiques qu'il fournit pour le bien-être des citoyens [8]. La nécessité de leur sauvegarde s'impose ainsi aux gestionnaires urbains dans la mesure du possible pendant les travaux de construction des routes. Dans cette logique, il est important de les planifier pour éviter leur abattage, et de développer des approches de protection pour atténuer l'effet des aménagements sur leur viabilité [9]. Malheureusement, la dynamique urbaine affecte les végétaux urbains [10] à cause des modèles de d'expansion de certaines villes qui ne reposent pas souvent sur une planification spatiale à long terme. En conséquence, des interventions humaines non intégrées sont souvent préjudiciables aux formations végétales, dont les plantations et espaces verts font partie [11]. C'est le cas des opérations

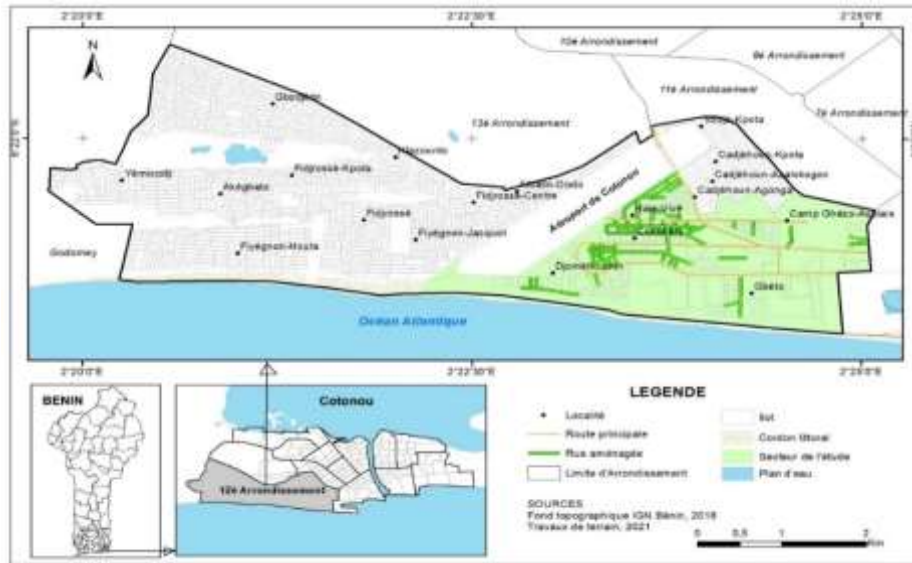
de reboisement qui ne tiennent pas compte du dimensionnement des aménagements routiers et des réservations destinées des réseaux d'eau, d'électricité et autres canalisations. La pérennité des arbres matures issus de ces reboisements est compromise à cause des agressions traumatisantes [12] et régulières qu'ils subissent, créant ainsi des conditions défavorables à leur croissance [13]. Cette situation préjudiciable à la phytodiversité urbaine [14, 15] s'observe également dans les quartiers Haie vive, les Cocotiers, Djomèhountin-Gbéto et Camp Ghézo-Aupiais du 12<sup>ème</sup> arrondissement de Cotonou, où les travaux de construction des routes ont nécessité la destruction de la plupart des arbres matures. En effet, au cours de ces travaux de bitumage des routes secondaires dans la ville de Cotonou, plusieurs activités sont engagées, dont certaines sont défavorables à la vitalité des arbres, provoquant l'abattage de la plupart et le stress contre lequel d'autres devront s'adapter sans pour autant retrouver leur niveau de santé initial [13]. Il s'agit d'une série de contraintes de vulnérabilité qui se manifestent par la destruction partielle ou totale du houppier de certains arbres [3], des chutes liées aux décapages partiels ou élagages massifs [16], l'affaiblissement des mécanismes de défense contre les agressions extérieures [17] et même leur mortalité. Au regard de ces observations, on note que les façons de faire en aménagement des espaces verts dans la ville de Cotonou ne facilitent pas leur protection face à la dynamique urbaine, alors que leur présence représente une valeur et un intérêt certain pour le paysage et les citoyens [5, 18]. Face à ces problèmes, une prise de conscience des acteurs urbains est nécessaire, et pour contribuer à la réussite de la conservation des arbres existants dans un projet d'aménagement [19]. C'est dans le but d'apprécier cette prise de conscience que cette étude se fixe pour objectif de faire le bilan de la sauvegarde des arbres matures et d'analyser les facteurs de contraintes auxquels ils s'exposent pendant les travaux de construction de routes.

## 2. Matériel et méthodes

### 2-1. Milieu d'étude

La ville de Cotonou est située au sud du Bénin sur le cordon littoral. D'une superficie de 79 Km<sup>2</sup>, le territoire de Cotonou est coupé en deux par un chenal (Lagune de Cotonou), qui relie le lac Nokoué à l'Océan Atlantique du nord au sud. De part et d'autre de ce chenal, on rencontre des zones marécageuses qui s'étendent sur une superficie de 23 km<sup>2</sup>. Le relief de Cotonou est constitué d'une série de dépressions longitudinales parallèles à la côte, et de bas-fonds érodés par l'écoulement des eaux pluviales qui communiquent avec le lac Nokoué. Le climat est de type subéquatorial avec une alternance de deux saisons pluvieuses et de deux saisons sèches. Les températures moyennes mensuelles varient entre 27 et 31°C. D'après le dernier recensement, la population de la commune est estimée à 679 012 habitants, inégalement répartie dans treize (13) arrondissements [20]. Le 12<sup>ème</sup> arrondissement qui a fait l'objet de cette étude est le plus peuplé de la ville avec une population de 97 920 habitants. En effet, les arbres matures étudiés sont situés à l'Est de cet arrondissement, dans des quartiers résidentiels localisés entre 6°20'25'' et 6°22' Latitude Nord, et entre 2°22'30'' et 2°25' Longitude Est (*Figure 1*). Elles sont réparties sur 20 km de rues et subdivisées en quatre zones à savoir :

- Zone 1 qui prend en compte le quartier Haie vive;
- Zone 2 qui prend en compte le quartier les Cocotiers;
- Zone 3 qui prend en compte les quartiers Djomèhountin et Gbéto et
- Zone 4 qui prend en compte les quartiers Camp Ghézo et Aupiais.



**Figure 1 : Situation géographique du secteur d'étude**

## 2-2. Méthodes d'échantillonnage et de collecte des données

La collecte des données est basée sur un dénombrement systématique des arbres matures conservés dans toutes les rues nouvellement aménagées dans les quartiers Haie vive, les Cocotiers, Djomèhountin - Gbêto et Camp Ghézo - Aupiais du 12<sup>ème</sup> arrondissement de Cotonou. Au total, 66 axes de rues d'une longueur totale de 20 km ont fait l'objet de cette étude. Les espèces sont recensées sur les deux côtés des axes routiers à partir d'une fiche d'inventaire. Ensuite, questionnaire a été attribué aux acteurs de la foresterie urbaine, identifiés à partir d'un échantillon à choix raisonné. Au total, 221 informateurs, répartis entre quatre (04) catégories d'acteurs dont 200 résidents (populations), à raison de d'un (01) résident à tous les 100 mètres de rue ; 10 chercheurs et membre d'ONG ; 06 gestionnaires urbains (Mairie, agence du cadre de vie et inspection forestière) et 05 techniciens aménageurs d'espaces verts, ont été soumis au questionnaire. Le choix de ces informateurs est basé sur leur implication dans le processus de verdissement dans la ville. Les entretiens sont relatifs aux facteurs de contraintes et l'effet des contraintes liées aux aménagements sur les arbres matures.

## 2-3. Méthodes de traitement et d'analyse des données

Les données inscrites sur les fiches d'inventaire sont reportées et traitées dans un tableur Excel de Microsoft office. L'identification taxonomique des espèces a été réalisée à partir de la flore analytique du Bénin [21], qui a permis de déterminer le nom scientifique, la famille d'appartenance et le genre de chaque arbre conservé. Ensuite, pour rendre compte de la diversité floristique des arbres matures le long des axes routiers étudiés, la richesse spécifique, l'indice de diversité de Shannon [22] et l'équitabilité de Pielou [23] ont été calculés et adaptés au contexte urbain. Ces paramètres sont décrits comme suit : La richesse spécifique (S) est le nombre d'espèces d'arbres matures présentes le long d'un axe de rue étudié. L'indice de diversité de Shannon (H) a pour **Formule** :

$$H = - \sum (n_i / \sum n_i) \log_2 (n_i / \sum n_i) \quad (1)$$

Il varie à la fois en fonction du nombre d'espèces présentes et en fonction de la proportion relative des individus des diverses espèces. Il varie généralement entre 0 et  $H_{max} \approx 5$  bits, et parfois au-delà. L'équitabilité de Pielou (R) accompagne souvent l'indice de diversité de Shannon pour apprécier

l'équirépartition des espèces. Il traduit le degré de diversité atteint par une plantation, et correspond au rapport entre la diversité effective (H) et la diversité maximale théorique.

$$R = H/(\log_2 S) \tag{2}$$

L'équitabilité varie entre 0 et 1. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce du peuplement, et tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par le même nombre d'individus. Enfin, pour analyser les contraintes et la vulnérabilité des arbres matures au cours des aménagements routiers, la fréquence de citation [24] et le coefficient de corrélation de Pearson [25], avec la probabilité associée sont calculés. La Fréquence de citations permet de mesurer la diversité de la perception des catégories d'acteurs sur les contraintes des arbres matures au cours des aménagements routiers. Elle est notée FC qui représente le nombre de citations d'une variable de vulnérabilité (n), divisé par le nombre d'informateurs (N).

$$FC = (nx100)/N \tag{3}$$

A partir des fréquences de citation, des diagrammes en bâton sont établis pour montrer les taux de réponses des différentes contraintes évoquées par les informateurs. Le test de corrélation de Pearson a été utilisé pour apprécier la concordance des réponses entre les catégories d'acteurs enquêtées. La corrélation de Person est définie comme rapport de la covariance de deux variables considérées, normalisée par la racine carrée de leur variance. Elle est calculée par la **Formule** :

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}} \tag{4}$$

Où *r* est corrélation de Pearson ; *x* et *y* sont les variables des catégories socio-professionnelles considérées ;  $\bar{x}$  et  $\bar{y}$  sont les moyennes de ces variables. La probabilité associée à chaque coefficient de corrélation est aussi déterminée pour apprécier le niveau de significativité au seuil de 5 %.

### 3. Résultats

#### 3-1. Bilan de la sauvegarde des arbres matures au cours des aménagements routiers

Selon les investigations, 461 individus d'arbres matures ont été abattus, contre 40 individus, soit 7,98 % sauvegardés et conservés sur les 20 km de rues explorés dans les quartiers Haie vive, les Cocotiers, Djomèhountin - Gbéto et Camp Ghézo - Aupiais du 12<sup>ème</sup> arrondissement de cette ville. Etant donné que ces arbres ne se retrouvaient pas dans l'emprise des caniveaux et de la chaussée, une tranchée a été définie au pied de 37,5 % des individus et un espace sol a été réservé au pied de 62,5 % des individus. Ce sont ces mesures de protection qui ont permises de sauvegarder les arbres matures au cours des travaux. Ainsi, les arbres sauvegardés sont répartis en 13 espèces et 10 familles et 12 genres (**Tableau 1**). Toutes les espèces recensées sont introduites dans les aménagements dans le but d'accompagner la durabilité de la ville à travers le verdissement. Pour l'ensemble, trois (03) espèces sont représentatives avec 52,5 % des individus. Il s'agit de *Cocos nucifera* avec 10 individus représentant 25 % de l'effectif total ; *Roystonea regia* avec 17 individus représentant 17,5 % de l'effectif total et *Terminalia mantaly* avec 04 individus représentant 10 % l'effectif total. Parmi les 10 familles identifiées, les plus représentatives sont les Arecaceae (50 %) et les Combretaceae (17,50 %).

**Tableau 1 : Composition floristique des arbres matures sauvegardés au cours des aménagements routiers**

Espèce	Famille	Genre	Fréquence (%)
<i>Azadirachta indica</i> Juss.	Meliaceae	Azadirachta A.Juss.	5
<i>Elaeis guineensis</i> Von.	Arecaceae	Elaeis Jacq.	7,5
<i>Casuarina equisetifolia</i> Linn.	Casuarinaceae	Casuarina Linn.	2,5
<i>Cocos nucifera</i> Linn.	Arecaceae	Cocos L.	25
<i>Cordia sebestena</i> Linn.	Boraginaceae	Cordia Linn.	2,5
<i>Delonix regia</i> Boje. et Rafi	Caesalpinioideae	Delonix Raf	2,5
<i>Mangifera indica</i> Linn.	Anarcadiaceae	Mangifera L.	7,5
<i>Picea abies</i> (L.)H. Karst,	Pinaceae	<i>Picea</i> (L.)H. Karst,	7,5
<i>Polyalthia longifera</i> Sonn.	Annonaceae	Polyalthia Blume.	2,5
<i>Ravanela madagascarinensis</i> J.F.Gmel	Strelitziaceae	Ravenala Adans	2,5
<i>Roystonea regia</i> Kunt.	Arecaceae	Roystonea O.F.Cook	17,5
<i>Terminalia mantaly</i> Perr.	Combretaceae	Terminalia L.	10
<i>Terminalia superba</i> Engl. et Diels.	Combretaceae	Terminalia L.	7,5

Source : Travaux de terrain, 2021

Du point de vue diversité, l'examen du **Tableau 2** indique que l'indice de Shannon calculé pour l'ensemble des arbres matures sauvegardés est de  $3,27 \pm 0,12$  bits et l'équitabilité de Pielou est de  $0,88 \pm 0,03$ . Ces valeurs sont au-dessus de la moyenne et expliquent un phénomène de dominance de quelques espèces d'arbres sauvegardés le long des axes routiers aménagés dans les zones 1, 2 et 3, tandis que la zone 4 présente un indice de diversité nulle. On remarque que les rues sont presque mono-spécifiques et la probabilité de rencontrer un arbre mature sur 100 mètres linéaires est très faible. Il ressort des investigations que la plupart des arbres d'alignement se retrouvaient dans l'emprise des caniveaux, ce qui a nécessité leur destruction pour mieux dimensionner les routes. Ainsi, l'effort de la sauvegarde est influencé par la position des arbres hors de la trajectoire bitumée et des caniveaux (**Photo 1**). Mais cela pourrait à la longue, être dommageable aux arbres et autres infrastructures de voirie.

**Tableau 2 : Diversité spécifique des arbres matures sauvegardés au cours des aménagements routiers**

Indices	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Ensemble
Richesse spécifique	8	11	4	1	13
Indice de Shannon	$2,79 \pm 0,19$	$3,05 \pm 0,15$	$2 \pm 0,24$	0	$3,27 \pm 0,12$
Equitabilité de Pielou	$0,93 \pm 0,06$	$0,88 \pm 0,04$	$1 \pm 0,12$	0	$0,88 \pm 0,03$

Source : Travaux de terrain, 2021

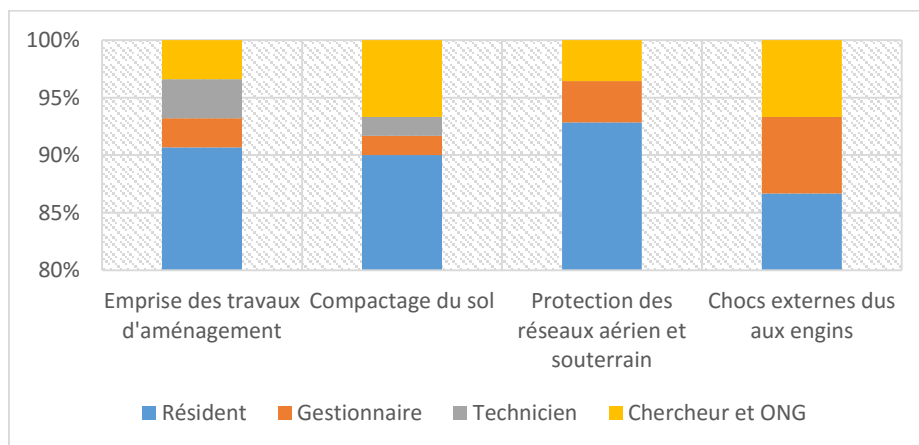




**Photo 1 :** Images d'arbres sauvegardés : (a) *Cordia sebestena* proche d'une clôture d'habitation, (b) *Cocos nucifera* proche d'un caniveau

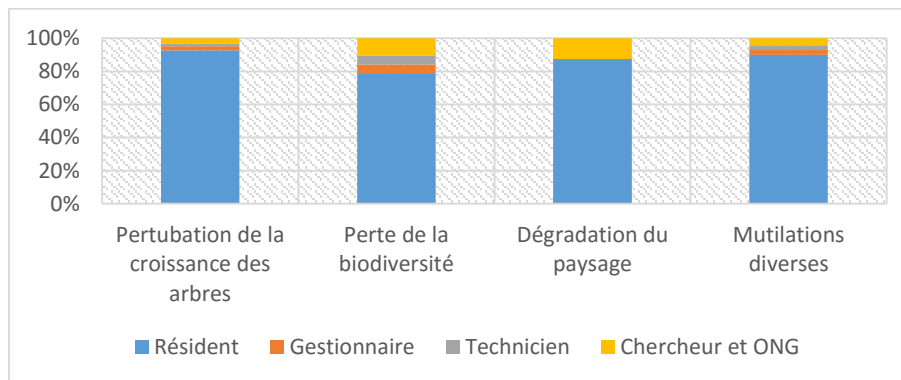
### 3-2. Contraintes liées à la sauvegarde des arbres matures face aux aménagements selon les parties prenantes

Les facteurs de contraintes des aménagements sur les arbres matures sont à la fois observés sur le terrain et confirmés par les parties prenantes de la gestion des arbres. Ainsi, la plupart des acteurs indiquent que l'emprise des travaux est la principale cause de dégradation des arbres matures. Les taux de réponses obtenus pour cette variable sont de 80 % pour les techniciens ; 53,5 % pour les résidents, 50 % pour les gestionnaires urbains et 40 % pour les chercheurs et ONG (**Figure 2**). Cependant, les chercheurs et ONG estiment à 40 % que le compactage du sol est déterminant dans la vulnérabilité des arbres par ralentissement de leur croissance. Cette position est également soutenue par 27 % des résidents, 20 % des techniciens et 16 % des gestionnaires. A cela, s'ajoutent les travaux de maintenance des réseaux d'électricité et d'eau, puis les chocs externes reçus par les arbres, qui sont également reconnus comme facteurs de vulnérabilité, mais dans une moindre proportion. Le coefficient de corrélation établi entre les catégories d'acteurs (**Tableau 3**) évoque une faible concordance entre l'opinion des gestionnaires urbains-techniciens ( $r = 0,96$  ;  $p = 0,03$ ) et entre résidents-techniciens ( $r = 0,98$  ;  $p = 0,02$ ).



**Figure 2 :** Facteurs de contraintes des aménagements sur les arbres matures

Du point de vue de l'influence des aménagements (**Figure 3**), les gestionnaires et les résidents ont affirmé à plus de 50 %, tandis que les techniciens et les chercheurs et ONG ont affirmé à 40 % que les perturbations de la croissance est l'effet le plus observé sur les arbres matures le long des rues des quartiers prospectés. Toutefois, d'autres formes de mutilations sont également signalées par 40 % des techniciens, 33 % des gestionnaires, 31,5 % des résidents et 30 % des chercheurs et ONG. De plus, moins de 20 % de toutes les catégories d'acteurs ont signalé que la perte de la biodiversité urbaine et la dégradation du paysage sont également des conséquences de la vulnérabilité des arbres matures. La corrélation établit sur l'opinion des couples d'acteurs indique une forte concordance sur ces opinions entre gestionnaire-chercheurs et ONG ( $r = 1$  ;  $p < 0,0001$ ), puis une faible concordance entre gestionnaires-résidents et résidents-chercheurs et ONG ( $r = 0,96$  ;  $p = 0,03$ ).



**Figure 3 :** Effet des contraintes d'aménagement sur les arbres matures

**Tableau 3 :** Corrélation de Person sur les catégories d'acteurs ayant donné leurs opinions sur la vulnérabilité des arbres matures face aux aménagements

Couples d'acteurs	Facteurs de contraintes des aménagements sur des arbres matures	Effet des contraintes d'aménagement sur les arbres matures
Gestionnaire-Résident	0,912	0,962*
Gestionnaire-Technicien	0,968*	0,944
Gestionnaire-Chercheur et ONG	0,577	1***
Résident-Technicien	0,980*	0,844
Résident-Chercheur et ONG	0,845	0,962*
Technicien-Chercheur et ONG	0,762	0,944

*La concordance des opinions est significative au seuil de 0,05 (\*); 0,01 (\*\*) et 0,001 (\*\*\*)*

*Source : Travaux de terrain, 2021*

Pour faire face à ces contraintes et anticiper sur les autres problèmes que rencontrent les arbres urbains en général, des propositions sont faites par les acteurs de la foresterie urbaine de la ville de Cotonou. Il s'agit globalement d'intégrer la foresterie urbaine dans l'aménagement du territoire en tenant compte du dimensionnements futurs des routes et des tracés des réseaux aériens et souterrains, afin de minimiser les facteurs de vulnérabilité des arbres. Toutefois, ces acteurs portent des regards différents sur la mise en œuvre de ces propositions. En effet, les gestionnaires urbains, les chercheurs et les ONGs suggèrent l'élaboration d'un plan de verdissement pour la ville qui offre des possibilités de structuration paysagère et



de renforcement de la palette végétale de la ville. Quant aux techniciens, ils souhaitent la mise en place d'un dispositif de gestion durable des espaces verts. En outre, les résidents proposent une gestion concertée leur donnant la possibilité d'intervention.

## 4. Discussion

### 4-1. Nécessité de la sauvegarde des arbres matures et implications pour la planification spatiale

Cette étude, dans sa globalité vise à enrichir les connaissances sur les pratiques en foresterie urbaine et leurs implications sur le paysage végétal, la gestion des arbres urbains et le bien-être des populations. Il en ressort que très peu d'arbres matures ont été sauvegardé au cours des travaux d'aménagement de voirie dans le 12<sup>ème</sup> arrondissement de Cotonou. Sur vingt kilomètres de rues explorées, une quarantaine d'arbres matures ont pu être maintenus, contre 461 arbres abattus. Il s'agit d'une dégradation quasi-totale de la phytodiversité d'alignement dans cette partie de ville [3]. L'existence d'un système de planification et de gestion de l'arbre aurait permis d'éviter cette destruction massive [26], du fait de l'intégration de la foresterie urbaine dans l'aménagement du territoire de la ville [13]. En conséquence, le carbone emmagasiné dans les arbres abattus retourne dans la nature sous diverses formes. Même si dans une logique de durabilité urbaine, une compensation a été faite avec un millier de jeunes plants installés le long des nouvelles voies construites, il faudra encore du temps pour les jeunes plantations avant d'assurer la fonction de séquestration de carbone qui est un service écosystémique très recherché de nos jours dans les milieux urbains [5, 6]. Du point de vue diversité, des trois espèces les plus représentatives, seule *Terminalia mantaly* est introduite officiellement dans les alignements à Cotonou lors des opérations annuelles de reboisement [27]. Ce qui suppose que toutes les autres espèces sont introduites dans les alignements par les populations et selon leur préférence.

Cette pratique indique que les interventions en foresterie urbaine n'étaient pas réglementées dans la ville de Cotonou [9]. Les deux autres espèces : *Cocos nucifera* et *Roystonea regia*, représentant 42,5 % de l'effectif total, sont plantées par les résidents suivant leurs préférences. La même observation a été faite dans certaines villes ouest-africaines, dont Daloa (Côte d'Ivoire), où cinq espèces préférées ont été répertoriées avec une forte fréquence sur une vingtaine dénombrées dans les plantations d'alignement [5]. Le caractère récurrent de cette pratique dans les grandes villes du Bénin montre que les résidents influencent la diversité des plantations d'alignement à cause de l'intérêt qu'ils accordent au patrimoine arboré, mais sans tenir compte des objectifs et normes en la matière [28]. Il ressort de cette tendance, le non-respect des dispositions de plantations, et qui explique parfois la position décalée des arbres, créant ainsi une discontinuité des alignements [29]. Cependant, cette discontinuité a favorisé la sauvegarde de certains arbres, en leur donnant une chance de survie [16]. Toutefois, les arbres sauvegardés sont très proches des habitations ou des caniveaux. Cela constitue un facteur de risque, étant donné qu'à la longue, le développement de leur houppier peut obstruer la visibilité des usagers de la route. En outre, leur système racinaire pourrait également s'engouffrer dans les caniveaux et les tranchées de réseau enterrés, ou encore sous les habitations à moindre fissure. Cette expansion latérale constitue un véritable problème pour l'arbre qui est soumis aux mutilations diverses afin d'être maintenu dans le milieu urbain [30]. De le but d'éviter tous ces désagréments, cette étude qui s'inscrit dans la gestion durable des arbres urbains, suggère la prise en compte de la structure et les projections spatiales de la ville avant la mise en place des plantations. Elle propose également la révision des outils technique et réglementaire existants et leur mise en application pour optimiser la gestion du patrimoine arboré des villes du Bénin.

#### 4-2. Vulnérabilité des arbres matures dans le processus de développement de la ville de Cotonou selon les acteurs de la foresterie urbaine

Les contraintes liées aux arbres en milieu urbain varient d'une ville à une autre selon le statut de la ville, ses mutations spatiales en cours et la priorité des acteurs au développement. La combinaison de ces paramètres a permis de construire un échantillon représentatif qui circonscrit les individus enquêtés, notamment les riverains à la zone d'étude, afin de limiter les biais dans les réponses fournies [24]. De plus, étant donné que l'enquête a sollicité la mémoire des individus de catégories socioprofessionnelles différentes [31], le recours au test de corrélation de Pearson [25] a permis d'établir une concordance des réponses dans l'analyse des résultats. Cela garantit une fiabilité des informations collectées, surtout dans le domaine de la foresterie urbaine où la perception des populations est très peu considérée et mise à la portée des décideurs [32]. Or, ces derniers ont besoin des informations détaillées sur les interactions entre l'arbre et son milieu pour la planification spatiale, afin d'impacter le développement durable au niveau local [33]. Cette étude tente de combler cette lacune en se basant sur les révélations des parties prenantes de la foresterie urbaine à Cotonou, qui ont très bien consciences des contraintes de l'arbre et de sa dynamique dans la ville. En effet, la majorité des enquêtés ont une connaissance de l'importance des arbres matures en milieu urbain. Cette connaissance est focalisée sur les services écosystémiques fournis par les arbres, notamment l'attractivité du paysage, l'amélioration de la température locale et le rôle de séquestration de carbone.

Dans le même temps, ils reconnaissent que la disponibilité des avantages procurés par la végétation urbaine est fonction des caractéristiques écologiques du milieu [34]. Du point de vue des facteurs de contraintes des arbres matures au cours des aménagements, la principale cause de la destruction des plantations d'alignement est l'emprise des travaux qui exige une structure linéaire continue pour les trottoirs et les caniveaux. D'où l'obligation d'abattre tous les arbres matures se trouvant dans cette emprise. Cependant, un programme de reboisement compensatoire accompagne la voirie post-aménagée. En dehors de ce facteur, il est aussi révélé, surtout par les techniciens, les chercheurs et acteurs d'ONG que le compactage du sol rend vulnérable les arbres par ralentissement de leur croissance [35]. On en déduit que les aménagements routiers ont une influence notable sur le paysage végétal de la ville de Cotonou. Selon les enquêtés, cette influence se manifeste par la dégradation du paysage, l'hétérogénéité spécifique et les risques de chute, qui compromettent la durabilité de la ville [36]. Ces informations se sont révélées concordantes entre certaines catégories d'acteurs, confirmant leur fiabilité. Ainsi, elles peuvent servir de base pour une bonne gestion des infrastructures vertes [37], et pour une planification spatiale durable [38]. Toutefois, ces connaissances peuvent varier d'une ville à une autre, ou en fonction du profil des enquêtés [39]. Dans ce contexte, l'évaluation de la perception des communautés devraient se faire périodiquement pour servir d'indicateurs pour aider dans les prises de décisions [40, 41] et contribuer à la mise en œuvre des politiques locales de développement urbain [42].

## 5. Conclusion

Cette étude qui porte sur les plantations urbaines a permis de mettre en évidence la vulnérabilité des arbres d'accompagnement de rue face aux aménagements routiers dans le 12<sup>ème</sup> arrondissement de la ville de Cotonou. Il en ressort un fort taux de dégradation des arbres matures en raison de leur positionnement dans l'emprise des ouvrages à construire. Les quelques rares individus ont pu être sauvegardés sont constitués en majorité des espèces telles que *Cocos nucifera*, *Roystonea regia* et *Terminalia mantaly*, dont certains présentent encore des facteurs de risque. Selon les acteurs de l'aménagement paysager de la ville de Cotonou,

cette situation est liée à l'inexistence d'un système élaboré de suivi et la gestion en foresterie urbaine. En conséquence, les arbres sont exposés à plusieurs contraintes au cours de la mise en œuvre des aménagements, qui sont dommageables à la survie des plantations d'alignement et à la durabilité de la ville. Pour éviter de pareilles situations, il est important d'intégrer la foresterie urbaine dans l'aménagement du territoire afin d'assurer la pérennité du paysage végétal de la ville.

### Références

- [1] - A. A. ALVEY, Promoting and preserving biodiversity in the urban forest. *Urban Forestry and Urban Greening*, 5 (2006) 195 - 201
- [2] - FAO, *Directives sur la foresterie urbaine et périurbaine*. Rome, 178 (2017) [www.fao.org/3/b-i6210f.pdf](http://www.fao.org/3/b-i6210f.pdf), consulté le 10/01/2022
- [3] - A. A. M. AMONTCHA, O. T. LOUGBEGNON, B. A. TENDE, J. DJEGO et B. A. SINSIN, Aménagements urbains et dégradation de la phytodiversité dans la Commune d'Abomey-Calavi (Sud-Bénin). *Journal of Applied Biosciences*, 91 (2015) 8519 - 8528
- [4] - F. MOSCARELLI, La place de la biodiversité dans les documents de planification urbaine en France. *Brazilian Journal of Urban Management*, 8 (3) (2016) 407 - 424
- [5] - J. K. KOUASSI, H. K. KOUASSI et H. R. KOUASSI, Evaluation 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) (2018) 1876 - 1886
- [6] - G. J. R. NOMEL, R. H. KOUASSI, A. S. AUGUSTIN, et K. E. N'GUESSAN, 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) (2019) 84 - 89
- [7] - G. QIU, H. LI, Q. ZHANG, W. CHEN, X LIANG and X. LI, Effects of Evapotranspiration on Mitigation of Urban Temperature by Vegetation and Urban Agriculture. *Journal of Integrative Agriculture*, 12 (8) (2013) 1307 - 1315
- [8] - B. T. A.VROH, M. S. TIEBRE et K. E. N'GUESSAN, Diversité végétale urbaine et estimation du stock de carbone : cas de la commune du Plateau Abidjan. *Afrique Science* 10 (3) (2014) 329 - 340
- [9] - A. A. OSSENI, G. H. F. GBESSO, K. M. NANSI et A. B. H.TENTE, 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*, 245 (2020) 85 - 97
- [10] - A. BLOOD, G. STARR, F. ESCOBEDO, A. CHAPPELKA and C. STAUDHAMMER, How Do Urban Forests Compare? Tree Diversity in Urban and Periurban Forests of the Southeastern US. *Forests*, (2016) 7 - 120
- [11] - Y. J. C. KOUADIO, B. T. A. VROH, Z. B. GONÉ BI, C. Y. ADOU YAO et K. E. N'GUESSAN, 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 (2016) 9141 - 9151
- [12] - V. GREY, S. J. LIVESLEY, S. D. FLETCHER, and C. SZOTA, Establishing street trees in stormwater control measures can double tree growth when extended waterlogging is avoided. *Landscape and Urban planning*, (178) (2018) 122 - 129
- [13] - A. BALEZ, J. REUNKRILERK, Ecosystèmes et territoires urbains: impossible conciliation? *Développement durable et territoires*, 4 (2) (2013) 1 - 18
- [14] - D. I. SMITH, D. K. DEARBORN and R. L. HUTIRA, Live fast, die young : Accelerated, growth, mortality and turnover in street trees. *Plos One*, (14) (2019) 5 - 16
- [15] - U. UKA, E. BELFORD, Inventory of Street Tree Population and Diversity in the Kumasi Metropolis, Ghana. *Journal of Forest and Environmental Science*, 32(2016) 367 - 376

- [16] - P. CIMI, E. CAMPBELL, Investigation of the plant species diversity, density, abundance and distribution in Grahamstown, South Africa. *Journal of Research in Forestry, Wildlife and Environment*, 9 (2) (2017) 23 - 28
- [17] - M. J. RAUPP, A. B. CUMMING and E. C. RAUPP, Street tree diversity in Eastern North America and its potential for tree loss to exotic borers. *Arboriculture and Urban Forestry*, 32 (6) (2006) 297 - 304
- [18] - P. LAÏLLE, D. PROVENDIER et F. COLSON, Effets du végétal sur le cadre de vie et la santé humaine. *In*, 45 (2015) 47 - 60
- [19] - J. W. T. LU, E. S. SVENDSEN, L. K. CAMPBELL, J. GREENFELD, J. BRADEN, K. L. KING and R. N. FALXA, Biological, social, and urban design factors affecting young street tree mortality in New York city. *Cities and the Environment*. (3) (2010) 35 - 49
- [20] - INSAE, Effectifs de la population des villages et quartiers de ville du Bénin. RGPH 4 (2016) 88 p.
- [21] - A. AKOEGNINO, W. J. VAN DER BURG, L. J. G. VAN DER MAESEN, Flore analytique du Bénin. Kerkwerve, Pays-Bas, Backhuys Publishers (2006) 1034 p.
- [22] - E. C. PIELOU, Species diversity and pattern diversity in the study of ecological succession. *Theor. Biol.*, 10 (1966). 370 - 383
- [23] - C. E. SHANNON, A mathematical theory of communication, corrections from the Bell system. *Technical journal*, (37) (1949) 10 - 21
- [24] - J. C. HAMEL, *Collecte des données. Edition Sofard (2ème Edition), Québec* (2017) 62 p.
- [25] - R. RAKOTOMALALA, Analyse de corrélation : Étude des dépendances - Variables quantitatives. Version 1.1, Université Lumière Lyon 2 (2015) 105 p.
- [26] - K. ANDERSON, S. HANCOCK, A. S. CASALEGNO, D. GRIFFITHS, J. SARGENT D. T. C. McCALLUM and K. J. GASTON, Visualising the urban green volume : Exploring LiDAR voxels with tangible technologies and virtual models. *Landscape and Urban Planning*, 178 (2018) 248 - 260
- [27] - L. C. SEHOUN, A. A. OSSENI, M. OROUNLADJI, T. O. LOUGBEGNON et J. C. T. CODJIA, Diversité floristique des formations végétales urbaines au Sud du Bénin (Afrique de l'Ouest). *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 9 (2) (2021) 266 - 273
- [28] - I. PLANT, A. REMBALDI, N. SIPE, Evaluating revealed preferences for street tree cover targets : A business case for collaborative investment in leafier streetscapes in Brisbane, Australia. *Ecological Economics*, (134) (2017) 238 - 249
- [29] - L. POPOOLA, O. AJEWOLE, Public perceptions of Urban forests in Ibadan, Nigeria : Implications for environmental conservation. *Arboricultural Journal*, 25(1) (2001) 1 - 22
- [30] - M. MILI, H. BOUTABBA et S. D. BOUTABBA, La nature urbaine : dégradation quantitative et qualitative des espaces verts urbains, cas de la Ville Steppique de M'sila, Algérie. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 11 (2019) 01 - 38
- [31] - M. E. DOSSOU, G. L. HOUËSSOU, O. T. LOUGBEGNON, A. H. B. TENDE et J. T. C. CODJIA, Etude Ethnobotanique des ressources forestières ligneuses de la forêt marécageuse d'Agonvè et terroirs connexes au Bénin, *Tropicultura*, 30 (1) (2012) 41 - 48
- [32] - J. NIEMELÄ, S. R. SAARELA, T. SÖDERMAN, L. KOPPERONEN, V. YLI-PELKONEN and S. VARE, Using the ecosystem services approach for better planning and conservation of urban green spaces : A Finland case study. *Biodiversity Conservation*, 19 (2010) 3225 - 3243
- [33] - B. PANDEYA, W. BUYTAERT, Z. ZULKAÏI, T. KARPOUZOGLOU, F. MAO and D. M. HANNAH, A comparative analysis of ecosystem services valuation approaches for application at the local scale and in data scarce regions. *Ecosystem Services* 22 (2016) 250 - 259
- [34] - F. KROLL, F. MÜLLER, D. HAASE and N. FOHRER, Rural - urban gradient analysis of ecosystem services supply and demand dynamics. *Land Use Policy* 29 (2012) 521 - 535
- [35] - A. B. LAWRENCE, F. J. ESCOBEDO, S. J. STAUDHAMMER W. ZIPPERER, Analysing growth and mortality in subtropical urban forest ecosystem. *Landscape and Urban planning*, (104) (2017) 85 - 94

- [36] - E. JACK-SCOTT, M. PIANA, B. TROXEL, C. B. MURPHY-DUNNING and M. S. ASHTON Stewardships success : How community group dynamics affect urban street trees survival and growth? *Arboriculture and urban forestry*, 39 (4) (2013) 189 - 196
- [37] - S. C. KLAIN and K. M. A. CHAN, Navigating coastal values : Participatory mapping of ecosystem services for spatial planning, *Ecological Economics* (2012) doi:10.1016/j.ecolecon.2012.07.008. Consulté le 04/05/2021
- [38] - D. HAASE, N. FRANTZESKAKI and T. ELMQVIST, Ecosystem Services in Urban Landscapes : Practical Applications and Governance Implications. *Ambio*, 43 (2014) 407 - 412
- [39] - L. HEIN, K. VAN KOPPEN, E. C. VAN IERLAND and J. LEIDEKKER, Temporal scales, ecosystem dynamics, stakeholders and the valuation of ecosystem services. *Ecosystem Services*. 21 (2016) 109 - 119
- [40] - C. Y. JIM, Protection of urban trees from trenching damage in compact city environment. *Cities* 2 (20) (2003) 87 - 94
- [41] - C. DOBBS, F. J. ESCOBEDO and W. C ZIPPERER, A framework for developing urban forest ecosystem services and goods indicators. *Landscape and Urban Planning* 99 (2011) 196 - 206
- [42] - S. T. LOVELL and J. R. TAYLOR, Supplying urban ecosystem services through multifunctional green infrastructure in the United States. *Landscape Ecology*, 28 (2013) 1447 - 1463