

Diversité floristique et structurale des plantations forestières des sites de reboisement de la Fête Nationale de l'Arbre (FNA) de la ville de Niamey de 2007 à 2022 (Niger)

Abdou-rachid A. MAÏNASSARA^{1*}, AMANI Abdou², Mahamadou Rabiou Moudi Aboubacar³, YAYE AISSETOU Dramé⁴

Résumé

Ces dernières décennies au Niger, des plantations urbaines dédiées à la fête de l'Arbre célébrée les 3 Août sont érigées et constituent des conservatoires de la biodiversité ligneuse qui fournissent d'importants services écosystémiques aux citoyens et riverains. L'étude vise à évaluer la diversité floristique et structurale des plantations mise en place, en lien avec les pressions anthropiques. Seize sites ont été plantés de 2007 à 2022. L'inventaire utilisé est défini en fonction de la taille et de la forme de chacun des sites. Il a été réalisé sur 71 placettes de 500 m². L'analyse floristique a été faite à l'aide de la richesse spécifique, du nombre de genres et de familles. La structure des plantations a été appréciée à l'aide de la densité, de la surface terrière puis de la répartition des ligneux en fonction des classes de diamètre et de la hauteur des plants. Au total, 36 espèces représentées par 2072 individus ont été identifiées. Ces espèces appartiennent à 31 genres avec 18 familles dominées par les Fabaceae (19,44 %). *Azadirachta indica* A. Juss totalise seule 33,05 % des 2072 individus et représente l'essence ligneuse la plus visible sur les sites. La densité moyenne des ligneux est 41,27 pieds/ha, avec une surface terrière moyenne de 6,09 m²/ha et une hauteur moyenne de 8,61 ± 4,93 m. L'évaluation a conduit à l'enregistrement d'un taux de mortalité de 58,73 %, ce qui compromet la viabilité et la durabilité des plantations. Le bilan est peu satisfaisant pour les plantations des sites étudiés.

Mots clés : Fête de l'Arbre, Niamey, reboisement, taux de survie.

Abstract

Floristic and Structural Diversity of Forest Plantations in the National Tree Day (FNA): Reforestation Sites of Niamey City, Niger Republic

In recent decades, urban plantations dedicated to celebrating Arbour Day in August have been established in Niger, serving as biodiversity conservation areas that provide valuable ecosystem services to urban residents and nearby communities. This study aims to assess the floristic and structural diversity of these plantations in relation to human pressures. A total of sixteen sites were planted between 2007 and 2022. The inventory was designed based on the size and shape of each site and was conducted across 71 plots of 500 m². The floristic analysis was carried out using species richness, the number of genera, and the number of families. The plantation structure was evaluated based on density, basal area, and the distribution of tree species by diameter and height classes. In total, 36 species, representing 2,072 individuals, were identified. These species belong to 31 genera and 18 families, with the Fabaceae family being the most dominant (19.44%). *Azadirachta indica* alone accounted for 33.05% of the 2,072 individuals, making it the most prominent species on the sites. The average tree density was 41.27 trees per hectare, with an average basal area of 6.09 square meter/ha and an average height of 8.61 ± 4.93 meters. The evaluation revealed a mortality rate of 58.73%, which poses a threat to the viability and sustainability of the plantations. Overall, the assessment indicates a less-than-satisfactory outcome for the plantations at the studied sites.

Keywords: National Tree Day, Niamey, reforestation, survival rate.

¹ Département de Génie rural & Eaux et Forêts, Faculté d'Agronomie, Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger, *Email : aliomainassaraabdoulrachid@gmail.com

² Département de Gestion des Ressources Naturelles, Institut National de la Recherche Agronomique du Niger, Niamey, Email : amaniabdou19@yahoo.fr

³ Département de Biotechnologie, Faculté des sciences de la vie, Université Ahmadu Bello de Zaria, Nigeria, m.rabiou@yahoo.com

⁴ Université Abdou Moumouni de Niamey, Faculté d'Agronomie, Département de Génie rural & Eaux et Forêts, Email : adrameyaye@gmail.com

1. Introduction

L'urbanisation à grande échelle, la démographie galopante et la construction d'infrastructures que connaissent les villes sont autant de pressions qui pèsent sur la végétation ligneuse des espaces boisés urbains et périurbains. En Afrique, cette évolution rapide et anarchique des villes conduit à la dégradation de la couverture végétale des villes à cause des actions anthropiques et des aménagements où la sensibilité des citoyens à la présence des végétaux se révèle plus faible au fur et à mesure que la ville est plus densément construite (Rusterholz, 2003). Ainsi, la destruction de l'espace forestier urbain naturel et artificiel dans les zones à forte concentration est l'un des plus grands problèmes environnementaux au Niger. Elle est à l'origine de la

perte des forêts urbaines et des formations végétales périurbaines accentuent la concentration des îlots de chaleurs urbaines (Bristow et al., 2012 ; Schwaab et al., 2021) puis à la perte de la biodiversité (Flores et al., 2018), à la recrudescence des inondations (Gillespie, 2017) et à l'érosion éolienne (Bender et al., 2010).

Face à cette situation, les autorités du Niger ont mis en place des projets annuels de boisement urbain depuis le 3 août 1975 visant à augmenter la couverture végétale et lutter contre la désertification. Parmi ces projets, il figure depuis 1975, l'institution de la journée du 3 août de chaque année, dénommée la Fête Nationale de l'Arbre (FNA), comme journée de mise en place de plantations et d'entretiens des plants mis en les années antérieures (Ministère de l'Environnement du Niger, 2010).

L'objectif principal poursuivi à travers l'institution de cette FNA est de mieux éduquer, informer et sensibiliser le grand public sur la problématique de la désertification, les conséquences et les actions de lutte appropriées à entreprendre.

Cette volonté d'impliquer et de responsabiliser davantage tous les nigériens et nigériennes dans ce noble combat, a conduit le gouvernement, à partir de 1998, à décentraliser la commémoration des cérémonies officielles de la FNA de Niamey aux autres régions du pays de manière rotative (Ministère de l'Environnement du Niger, 2010). Cette décentralisation, au-delà du fait qu'elle permet de rapprocher encore plus les décideurs politiques des populations, a permis aussi de mener des actions de terrain de plus grande envergure.

Il apparaît donc nécessaire de procéder à l'évaluation des rapports de sociabilité développés par les citoyens autour de ces plantations en raison de la forte croissance démographique et la forte pauvreté. Pour cela, plusieurs interrogations méritent d'être posées : (i) quels sont les sites reboisés dans le cadre de la FNA à Niamey ? (ii) quel est leur état actuel ? (iii) quel est le degré de réussite du reboisement ? (iv) quelles sont les espèces ligneuses qui ont été plantées sur les différents sites de la FNA ?

C'est dans cette perspective que s'inscrit la présente étude qui vise à évaluer la diversité floristique et structurale des plantations mise en place, en lien avec les pressions anthropiques. Il s'agit d'inventorier les espèces plantées sur les sites et d'évaluer le taux de réussite des reboisements. Pour atteindre ces objectifs, les hypothèses suivantes ont été formulées : (i) la diversité des espèces ligneuses plantées sur les sites de la FNA est faible et dominée par un nombre restreint d'espèces indigènes ; (ii) le taux de réussite des reboisements est influencé par la combinaison de facteurs écologiques et l'anthropisation.

2. Méthodologie

2.1. Milieu d'étude

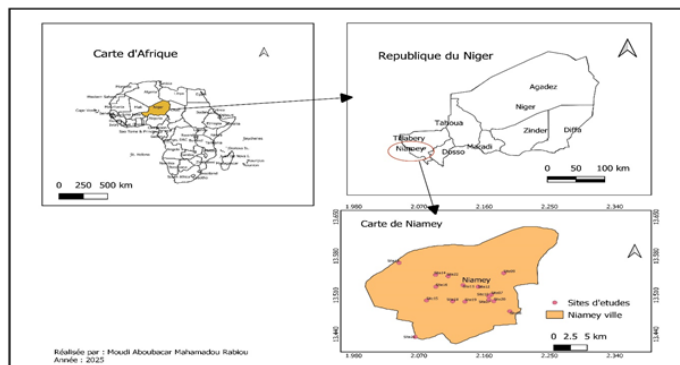


Figure 1 : Localisation géographique du milieu d'étude

Le milieu d'étude est la ville de Niamey qui est située au sud-ouest du Niger. Il est compris entre 13°20' et 13°35'N de latitude puis 2°00' et 2°15'E de longitude (figure 1). Sa superficie est de 552,27 km² et il jouit

du statut de capitale politique du Niger (INS, 2017). La température moyenne tourne autour de 37°C et la pluviométrie moyenne de 500 mm d'eau/an constituent des conditions climatiques favorables au développement des arbres de la ville (CNEDD, 2016).

2.2. Collecte de données

2.2.1. Phase d'entretien et d'observation

Les entretiens approfondis ont été réalisés avec les responsables de la Direction Nationale des Eaux et Forêts, de la Direction Régionale des Eaux et Forêts et des services communaux de l'Environnement des cinq arrondissements de Niamey dans le but de bien se renseigner sur l'historique de la Fête Nationale de l'Arbre, l'identification des sites retenus, les thèmes retenus par les éditions passées, les menaces qui pèsent sur les différents sites de plantation, etc.

L'observation directe sur le terrain a permis d'évaluer l'état des ligneux en plantation sur les sites, ainsi que de déterminer les facteurs favorables et défavorables à leur développement et leur survie.

2.2.2. Choix des sites étudiés et échantillonnage

Avec l'assistance des autorités forestières, les sites ayant fait l'objet de reboisement lors de la FNA et identifiables sur le terrain sont ceux de 2007 à 2022. Au total, les 16 sites reboisés ont été retenus pour la présente étude et leurs caractéristiques (catégories de plantations, année de mise en terre des plants, superficie de la plantation et écartement entre deux plants consécutif) sont consignées dans le tableau 1. La classification de ces plantations en 3 catégories est faite selon Ministère de l'Environnement du Niger (2010).

Pour déterminer la taille de l'échantillon d'inventaire, un inventaire exploratoire sur les douze (12) sites (issus d'échantillonnage systématique et stratifié), à raison d'une placette rectangulaire de 500 mètres carrés de superficie par site, a été réalisé. Le nombre de placettes est déterminé suivant la formule de Dagnelie (2012) :

$$n = (CV^2 \times T^2) / E^2, \text{ avec,}$$

n : taille de l'échantillon ; *CV* : coefficient de variation de la surface terrière des ligneux inventoriés dans les 12 placettes (0,43) ; *T* : valeur de la statistique *t* de la distribution de Student pour un risque alpha de 5% est de 1,96 ; *E* : marge d'erreur de l'estimation de la surface terrière fixée à une valeur de 10 %.

Ainsi le nombre total des placettes à inventorier sur les 12 sites concernés est *n* = 71. Ce nombre a été réparti sur les différents sites proportionnellement à leur superficie (tableau 1).

Tableau 1. Nombre de placettes soumises à un inventaire systématique sur les sites

N°	Sites de plantations	Nombre d'individus initialement plantés	Caractéristiques des plantations				Nombre de placettes inventoriées
			Année de mise en place	Catégorie	Superficie (en ha)	Ecartement entre deux plants	
1	Champ de tirs de la police secours	250	2007	PL	2,5	10 m x 10 m	5
2	Ecole Médersa de l'aéroport I	270	2008	PRN	2,7	10 m x 10 m	6
3	Ceinture verte vers le Camp de la Garde	305	2009	PL	3,05	10 m x 10 m	7
4	Police secours	110	2010	PRN	1,1	10 m x 10 m	2
5	Ceinture verte vers école Nigéro-Turque	380	2011	PL	3,8	10 m x 10 m	8
6	Parc Nigéro-Turque	220	2012	PL	2,2	10 m x 10 m	5
7	Boulevard de la Cité de la renaissance	310	2013	PA	3,1	10 m x 10 m	Inventaire exhaustif
8	Parc de la gendarmerie Nationale	800	2014	PRN	8	10 m x 10 m	17
9	Jardin botanique de la FSS (UAM)	231	2015	PRN	2,31	10 m x 10 m	5
10	Boulevard Tanimoune	1300	2016	PA	13	10 m x 10 m	Inventaire exhaustif
11	Ceinture verte en face de l'Ecole de la Santé Publique et de l'Action Sociale	150	2017	PL	1,5	10 m x 10 m	3
12	CEG 9 et Hôpital Gaweye	120	2018	PRN	1,2	10 m x 10 m	3
13	Espace public de la cour d'Etat	250	2019	PL	2,5	10 m x 10 m	6
14	Escadrille Militaire	190	2020	PL	1,9	10 m x 10 m	4
15	Ecole Seno de Harobanda	50	2021	PRN	0,5	10 m x 10 m	Inventaire exhaustif
16	CES de Koira Tegui	84	2022	PRN	0,84	10 m x 10 m	Inventaire exhaustif

PL : plantation en régie, PA : plantation d'alignement, PRN : plantation de regarnis

2.2.3. Collecte des données floristiques

La répartition des placettes au niveau de chaque site a été faite de façon régulière à une équidistance de 20 m dans toutes les quatre (4) directions (Est, Ouest, Nord et Sud) à partir du centre de site. Ensuite, l'équidistance pour les placettes horizontales successives et verticales successives est de 10 mètres (figure 2).

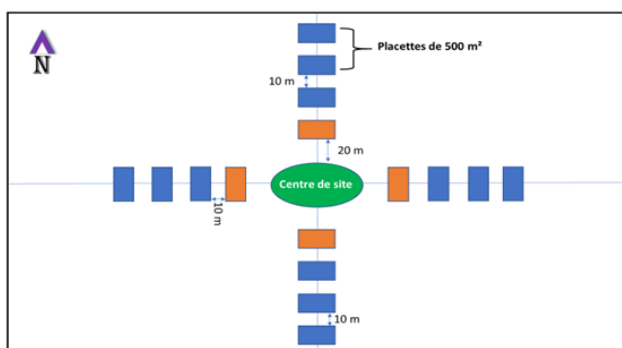


Figure 2 : Illustration du dispositif des placettes d'inventaires des sites concernés

Les données ont été collectées dans des placettes de forme rectangulaire de taille 500 m² (50 m x 10 m) comme recommandée pour les systèmes agroforestiers en Afrique de l'Ouest Sahel par Thiombiano et *al.*

(2016). Cependant, au niveau des sites de plantations d'alignement (2013 et 2016) et des sites de regarnis de moins de 1 ha de superficie (2021 et 2022), les inventaires ont été exhaustifs. Tandis qu'au niveau des douze (12) sites de plantations restants, la méthode d'échantillonnage systématique et stratifié a été utilisée.

Les piquets ont été utilisés pour l'installation de placettes. Toutes les espèces ligneuses ont été enregistrées, avec leur nom scientifique, leurs noms vernaculaires et leurs paramètres dendrométriques (hauteur et diamètre) individu par individu. La hauteur des individus a été mesurée à l'aide des jalons gradués. Le diamètre a été mesuré à 1,3 m pour les arbres et à 0,2 m pour les arbustes à l'aide d'un dendromètre (Felix et *al.*, 2019). Les coordonnées géographiques de chaque site de plantation ont été relevées au centre de celui-ci à l'aide d'un GPS.

Connaissant le nombre d'individus initialement plantés par site, le taux de survie a été calculé pour chaque site reboisé en comptant le nombre total d'individus qui sont actuellement en évolution sur le terrain lors des travaux de collecte. Ce qui a permis d'apprécier le degré de réussite du reboisement dans la ville de Niamey.

2.3. Traitement des données

Les paramètres évalués sont ceux de la diversité floristique et de la structure. La diversité floristique des ligneux des sites étudiés a été décrite sur la base des paramètres suivants : la richesse spécifique, le nombre de famille et le nombre de genres. Comme le souligne (Long, 1974), la richesse spécifique représente la liste de toutes les espèces qui peuplent un site donné. En ce qui concerne la structure, les variables déterminées sont : la contribution spécifique (CS_i) des espèces, la densité des peuplements, la hauteur moyenne et le taux de survie des plants.

La contribution spécifique de chaque espèce ligneuse sur les sites a été calculée en utilisant la formule de Daget et Poissonet (1971) :

$$CS_i (\%) = Fr * 100 = (n/N) * 100, \text{ avec,}$$

n : somme d'individus d'une espèce i ; N : somme des individus de toutes les espèce.

La densité qui correspond au rapport entre la fréquence absolue d'une espèce et la surface unitaire (hectare), a été calculée en utilisant la formule (Reineke, 1933 ; Roberts-Pichette et *al.*, 2002) :

$$D = Fa / S, \text{ avec,}$$

Fa : somme d'individus d'une espèce i ; S : surface unitaire (en hectare).

La hauteur moyenne de Lorey (Hm) qui est la hauteur moyenne des individus pondérés à leur surface terrière (Assogbadjo, 2006) calculée avec la formule suivante :

$$Hm = \Sigma gi * hi / \Sigma gi$$

$$gi = \pi/4 * di^2, \text{ avec,}$$

gi et *hi* étant respectivement la surface terrière et la hauteur totale de l'arbre *i*.

La surface terrière (*G*) moyenne des ligneux calculée pour chaque site à l'aide de la formule de Rondeux (1993) :

$$G = \sum (\pi di^2) / 4S_E, \text{ avec,}$$

di : le diamètre du tronc de l'arbre *i* ; *S_E* : Surface de l'échantillon considéré en ha.

Quant à la situation de la survie des ligneux sur les sites, le taux de survie a été calculé en utilisant la formule (Ibrahima et al., 2021) :

$$TS = (Nt_2 / Nt_1) * 100, \text{ avec,}$$

Nt₁ : le nombre d'individus initialement reboisés à la date *t₁* ; *Nt₂* : le nombre total d'individus en évolution à la date *t₂*.

Enfin l'appréciation de l'état des sites de plantations a été faite en utilisant la grille décrite par le Ministère de l'Environnement du Niger (2010) :

- ✓ Très satisfaisant (TS) : Taux de réussite ou de survie > 60 % ;
- ✓ Satisfaisant (S) : Taux de réussite ou de survie > 50 % et ≤ 60 % ;
- ✓ Moyennement insatisfaisant (MI) : Taux de réussite ou de survie > 30 % et ≤ 50 % ;
- ✓ Insatisfaisant (I) : Taux de réussite ou de survie > 20 % et ≤ 30 % ;
- ✓ Très insatisfaisant (TI) : Taux de réussite ou de survie ≤ 20 %.

Les données obtenues à partir des relevés de végétation ont été traitées à l'aide du Tableur Excel et du logiciel XLstat® qui ont servi au classement des données numériques et à l'élaboration des graphiques. Le logiciel Minitab14 a été utilisé pour effectuer le test de Student dans la corrélation entre le diamètre et la hauteur. Le logiciel R- 4.4.1® a été utilisé pour effectuer quelques tests statistiques. Les tests de Shapiro-Wilk et de Levene ont été réalisés pour tester respectivement la normalité et l'égalité des variances de chaque paramètre dendrométrique des espèces étudiées (hauteur, densité et diamètre) au sein des sites. Enfin le logiciel QGIS a été utilisé pour la conception de la carte.

3. Résultats

3.1. Diversité floristique

La mesure a porté sur total de 2072 tiges d'arbre. Ce qui a permis d'inventorier trente-six (36) espèces végétales ligneuses appartiennent à trente et un (31) genres répartissent en dix-huit (18) familles. Les espèces ayant contribué plus à la diversité spécifique sur les sites sont *Azadirachta indica* A. Juss. (685 tiges soit 33,05 %), *Citrus limon* (L.) Burm.f. (143 tiges soit 6,90 %) et *Mangifera indica* L. (138 tiges soit 6,66

%). Le genre *Ficus* est représenté par 3 espèces dont *F. platyphylla* Del., *F. polita* L. et *F. thonningii* Blume, ensuite viennent *Vachellia*, *Combretum* et *Ziziphus* ont chacun deux (2) espèces. En termes de nombre d'espèces, la famille des Fabaceae est représentée par 7 espèces (19,44 %). Elles sont suivies des Combretaceae et les Moraceae avec 3 espèces chacune (8,33 %). Les autres familles ne sont représentées que par une seule espèce chacune (2,77 %). Le tableau 2 présente la composition floristique par site de plantation.

Tableau 2. Présentation de la composition floristique par site

N°	Sites de plantations	Nombre d'espèces	Nombre de genres	Nombre de familles	Espèces à forte fréquence relative
1	Champ de tirs de la police secours	2	2	2	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss (65,75 %)
2	Ecole Médessa de l'aéroport I	1	1	1	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss (100 %)
3	Ceinture verte vers le Camp de la Garde	2	2	2	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss (77,04 %)
4	Police secours	1	1	1	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss (100 %)
5	Ceinture verte vers école Nigéro-Turque	1	1	1	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss (100 %)
6	Parc Nigéro-Turque	12	11	9	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss (28,43 %)
7	Boulevard de la Cité de la renaissance	7	6	5	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss (38,83 %)
8	Parc de la gendarmerie Nationale	11	11	8	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.f (15,58 %)
9	Jardin botanique de la FSS (UAM)	24	21	14	<i>Eucalyptus camaldiensis</i> Delnh. (15,2 %)
10	Boulevard Tanimoune	6	6	6	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss (43,16 %)
11	Ceinture verte en face de l'Ecole de la Santé Publique et de l'Action Sociale	3	3	3	<i>Kigelia africana</i> (Lam.) Benth. (44,73 %)
12	CEG 9 et Hôpital Gawaye	18	17	12	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.f (21,87 %)
13	Espace public de la cour d'Etat	15	13	10	<i>Mangifera indica</i> L. (29,94 %)
14	Escadrille Militaire	8	7	6	<i>Mangifera indica</i> L. (18,18 %)
15	Ecole Seno de Harobanda	2	2	2	<i>Mangifera indica</i> L. (63,63 %)
16	CES de Koira Tegui	6	6	6	<i>Adansonia digitata</i> L. (23,07 %)

3.2. Paramètres structuraux

Les paramètres structuraux sont consignés dans le tableau 3. Le nombre total d'individus par site est plus important dans le site de 2014 avec 481 tiges, et plus faible dans celui de 2021 avec 12 tiges. La densité des ligneux a varié significativement (test de Levene) de 70,8 tiges/ha (site de 2019) à 19,47 tiges/ha (site de 2011) (*T* = 0,99 ; *P* = 0,252 ; *DF* = 15). Pour la surface terrière, les valeurs sont comprises entre 16,01 m²/ha (site de 2014) à 0,03 m²/ha (site de 2021), mais restent similaires d'un site à l'autre (*T* = 0,99 ; *P* = 0,252 ; *DF* = 15). La hauteur moyenne des arbres a montré aussi une différence très hautement significative (*T* = 0,96 ; *P* = 0,25 ; *DF* = 15), allant de 16,83 ± 1,1 m (site de 2008) à 2,38 ± 0,58 m (2022).

Tableau 3. Paramètres structuraux des sites étudiés

Année de mise en place	Sites de plantations	Nombre total d'individus	Densité moyenne (piets/ha)	Surface terrière (m ² /ha)	Hauteur moyenne (m)
2007	Champ de tirs de la police secours	104	41,6	10,83	16,42 ± 2,05
2008	Ecole Médessa de l'aéroport I	99	36,66	10,82	16,83 ± 1,1
2009	Ceinture verte vers le Camp de la Garde	69	22,62	5,24	12,06 ± 4,51
2010	Police secours	50	45,45	3,89	14,61 ± 1
2011	Ceinture verte vers école Nigéro-Turque	74	19,47	5,46	13,37 ± 1,6
2012	Parc Nigéro-Turque	102	46,36	6,13	9,38 ± 2,5
2013	Boulevard de la Cité de la renaissance	103	33,22	5,86	9,86 ± 2,58
2014	Parc de la gendarmerie Nationale	481	60,12	16,01	8,47 ± 5,37
2015	Jardin botanique de la FSS (UAM)	125	54,11	4,08	7,34 ± 2,39
2016	Boulevard Tanimoune	428	32,92	15,25	6,99 ± 2,4
2017	Ceinture verte en face de l'Ecole de la Santé Publique et de l'Action Sociale	38	25,33	1,24	7,55 ± 0,8
2018	CEG 9 et Hôpital Gawaye	82	68,33	0,88	3,46 ± 1,26
2019	Espace public de la cour d'Etat	177	70,8	2,52	3,01 ± 1,17
2020	Escadrille Militaire	102	53,68	1,14	2,77 ± 0,72
2021	Ecole Seno de Harobanda	12	24	0,03	3,3 ± 0,29
2022	CES de Koira Tegui	26	30,95	0,06	2,38 ± 0,58

3.3. Caractérisation dendrométrique et structurale des sites reboisés

Le traitement des données de diamètres des ligneux a permis d'établir la structure de la densité et de la surface terrière en fonction des classes de diamètre.

3.3.1. Densité en fonction des classes de diamètres

Les répartitions de la densité du peuplement ligneux en fonction des classes de diamètre sur les sites étudiés (figure 3) montrent une distribution irrégulière, qui indique la prédominance des tiges adultes.

De 2007 à 2010, la majorité des individus se trouvaient dans la classe de 30-40 cm de diamètre, alors que de 2011 à 2014, c'est la classe de 20-30 cm qui dominait. En revanche, les sujets de 10-20 cm de diamètre étaient les plus nombreux sur les sites étudiés de 2015 à 2018. Enfin, les sites de 2019 à 2022 se caractérisent par la prédominance des individus de 0 à 10 cm de diamètre. Ces résultats indiquent une distribution horizontale en forme de cloche. Cela signifie que, à l'exception de la période 2019-2022, les très jeunes et les vieux individus sont rares, tandis que les arbres adultes sont majoritaires.

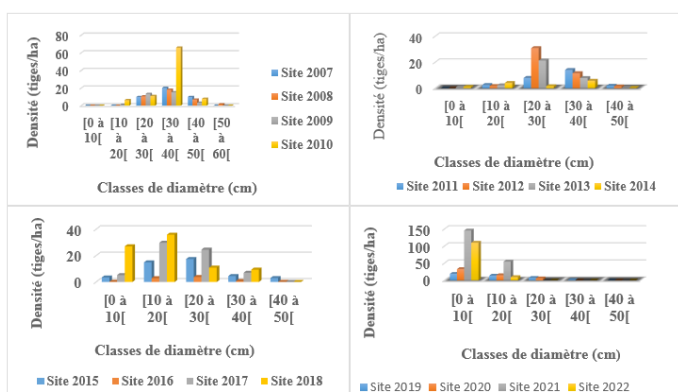


Figure 3 : Evolution de la densité par classes de diamètre

3.3.2. Surface terrière en fonction des classes de diamètres

Dans les différents sites étudiés, nous avons dressé des histogrammes de la surface terrière en fonction des classes de diamètre (figures 4). L'analyse de ces graphiques révèle une évolution en cloche asymétrique négative, typique des peuplements mixtes où les tiges adultes sont prédominantes.

En effet, pour les sites de 2007 à 2010, c'est la classe de diamètre 30-40 cm qui affiche la plus grande surface terrière. De même, les sites de 2011 à 2014 et de 2015 à 2019 montrent une surface terrière plus élevée dans la classe 20-30 cm. En revanche, les sites de 2019 à 2022 présentent une prédominance dans la classe de diamètre 10-20 cm, ce qui pourrait indiquer un peuplement plus jeune.

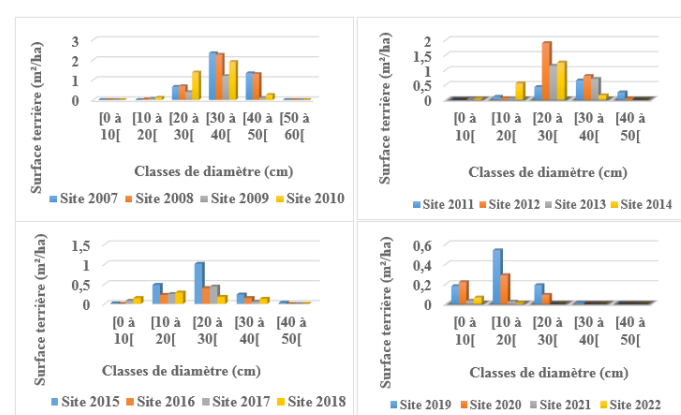


Figure 4 : Evolution de la surface terrière par classes de diamètre

3.4. Survie de plantations

Sur les 5 020 pieds initialement reboisés, seulement 2 072 pieds sont actuellement en évolution sur le terrain lors des travaux de collecte, soit un taux de survie globale de 41,27 % (tableau 4). Le taux de survie est plus élevé sur les sites (2019, 2018, 2014 et 2015) qui ont bénéficié d'arrosage périodique et/ou clôture en grillage ou en panier de protection avec respectivement 70,8 %, 68,33 %, 60,12 % et 54,11 %. Par contre ceux de 2011, 2009 et 2021, abandonnés à leur sort face aux déficits d'arrosage et aux actions anthropiques, ont enregistré un taux de survie de moins 25 %.

L'appréciation de l'état des sites a été faite en utilisant une grille qui est basée sur le taux de survie :

- Très Satisfaisant : 3 sites (2014, 2018, 2019) soit 18,75 % ;
- Satisfaisant : 2 sites (2015, 2020) soit 12,5 % ;
- Moyennement insatisfaisant : 7 sites (2007, 2010, 2018, 2008, 2013, 2016, 2022) soit 43,75 % ;
- Insatisfaisant : 3 sites (2009, 2017, 2021) soit 18,75 % ;
- Très Insatisfaisant : 1 site (2011) soit 6,25 %.

Ces données montrent que sur un total de 16 sites, 31,25 % sont jugés satisfaisants à très satisfaisants, 43,75 % ont besoin d'être regarnis et 25 % constituent des échecs qu'il faut corriger, au besoin par la reprise des plantations.

Tableau 4. Situation de la survie par site

Sites	Superficie par site (en ha)	Nombre d'individus initialement plantés	Individus vivants lors des travaux de collecte	Taux de survie (en %)
2007	2,5	250	104	41,6
2008	2,7	270	99	36,66
2009	3,05	305	69	22,62
2010	1,1	110	50	45,45
2011	3,8	380	74	19,47
2012	2,2	220	102	46,36
2013	3,1	310	103	32,22
2014	8	800	481	60,12
2015	2,31	231	125	54,11
2016	13	1300	428	32,92
2017	1,5	150	38	25,33
2018	1,2	120	82	68,33
2019	2,5	250	177	70,8
2020	1,9	190	102	53,68
2021	0,5	50	12	24
2022	0,84	84	26	30,95

3.5. Facteurs de perturbation et dégradation des plantations forestières urbaines

D'après nos observations sur les sites étudiées, la majorité des plantations forestières urbaines font face à des problèmes environnementaux sources de nombreux défis dont le déficit pluviométrique et les actions anthropiques. L'une des causes anthropiques principale reste la destruction progressive suite à l'urbanisation et développement des infrastructures socio-économique de base suite à l'étalement du périmètre urbain. Les observations et investigations sur le terrain montrent que les habitants de la ville de Niamey occupent illégalement certains sites reboisés, par manque de logements sociaux en particulier des citoyens de couches sociales modestes arrivés à Niamey du fait de l'exode rural. Le déversement des ordures et déchets liquides des fosses domestiques sur certains sites est une autre menace qui porte atteinte à l'environnement urbain. Ces déchets solides dont plus de la moitié sont composés de matières plastiques non biodégradables contribuent à la déstabilisation des sols et freinent leur évolution. On note également l'implantation de plusieurs équipements publics et privés sur certains sites, notamment le parc de l'amitié Nigéro-Turc, des équipements éducatifs comme le cas de l'école Seno, etc.

4. Discussion

4.1. Diversité floristique, structure des plantations urbaines pourvoyeuses de services écosystémiques

Au niveau de la diversité floristique, la richesse spécifique représente le paramètre le plus fréquemment utilisé pour évaluer la biodiversité. Sur les sites de plantation de la Fête Nationale de l'Arbre dans la ville de Niamey, les plantations ligneuses étudiées ont montré une richesse spécifique importante. Ces résultats concordent avec ceux de Bagnian et Yacine (2021) sur la biodiversité des espèces ligneuses du parc forestier de la Faculté d'Agronomie de l'Université Abdou Moumouni de Niamey. Cette diversité est à mettre à l'actif des sites ayant bénéficiés de reboisement de plusieurs espèces dans le cadre de la journée Nationale de l'Arbre, comme l'avait souligné Osseni (2013). Pour cet auteur, la richesse spécifique et la structure des peuplements boisés des zones urbaines sont en corrélation avec les interventions humaines.

La diversité de la flore ligneuse en milieu urbain contribue de manière importante à la résilience de la ville, en plus de l'approvisionnement en services écosystémiques comme rapporté par Kendal et *al.* (2014). En plus, une grande diversité ligneuse conservée dans la forêt urbaine peut fournir de multiples services écosystémiques de manière durable (Escobedo et *al.*, 2015). Ceci indique également le rôle des sites reboisés des zones urbaines du Niger dans la conservation de la biodiversité ligneuse, comme les autres villes du monde (Nero et *al.*, 2017). La diversité des ligneux en termes d'espèces peut être due aux multiples usages de ces ligneux par la communauté urbaine tels que l'atténuation de l'îlot de chaleur urbain (Schwaab et *al.*, 2021), la protection de la biodiversité (Flores et *al.*, 2018), la médecine traditionnelle (Furukawa et *al.*, 2016) et la diminution de l'empreinte carbone (Malard, 2002) rendus par les ligneux urbains. Tous ces services écosystémiques sont indispensables à la durabilité de notre bien-être, ainsi qu'à la survie de l'humanité et à son développement social et économique (Laïlle et *al.*, 2013).

L'espèce *Azadirachta indica* A. Juss. (33,05 %) demeure la plus utilisée pour le reboisement urbain. Cela pourrait s'expliquer par son adaptabilité aux conditions climatiques dures (Raj et *al.*, 2013) comme le Sahel et son usage multiple dans les villes du Niger comme à Niamey. Ainsi, l'espèce est prisée pour le bois de feu et aussi comme bois de service et pour son ombrage (Moussa et *al.*, 2018). Elle participe à la protection de l'environnement en absorbant des polluants atmosphériques. Ce qui confirme les travaux de Nowak et *al.* (2019). De plus, l'accumulation et l'absorption de dioxyde de carbone dans un milieu anthropisé n'est pas du reste (Bohre et *al.*, 2016), l'interception des précipitations (Gaur et *al.*, 2018), de brise vent et de ceinture de protection dans les régions arides et semi-arides sahéliennes reste de mise (Raj et *al.*, 2013). La présence des espèces fruitières comme *Citrus limon* (L.) Burn.f. (6,89 %), *Mangifera indica* L. (6,66 %) et *Adansonia digitata* L. (5,69 %) retrouvées résulte des services alimentaires qu'ils offrent aux populations locales. Ce qui concorde avec les observations de Polorigni et *al.* (2014), qui affirment qu'en milieu urbain, l'attachement de la population aux espèces ligneuses se justifie pour des raisons alimentaires et esthétiques.

Les Fabaceae reste la famille la plus représentative en termes d'espèces plantées sur les sites étudiés. Plusieurs auteurs (Moussa et *al.*, 2019 ; Bagnian et *al.*, 2021) ayant travaillé sur la végétation ligneuse de la ville de Niamey ont confirmé cela. L'utilisation des essences de cette famille dans le cadre du reboisement peut être due à l'importance socio-économique en termes de production alimentaire, médicaments et fourrage. En termes du nombre d'espèces, le site du jardin botanique de la Faculté des Sciences de la Santé est plus diversifié avec 24 espèces ligneuses. Cela peut s'expliquer par le fait que ce site est dédié au département de la Pharmacie de la Faculté des Sciences de la Santé pour les besoins en recherche scientifique sur ces espèces ligneuses.

Aussi, les espèces ligneuses fournissent de précieux services socio-économiques, environnementaux et pédagogiques aux enseignants et étudiants comme le soulignent Davies et *al.*,

2011 ; Riley *et al.*, 2018. Par rapport au nombre d'arbres sur pied, le site du parc de la gendarmerie Nationale prime sur les autres sites avec 481 pieds. Cela s'explique par le fait que ce site est logé dans un centre de formation militaire où personne n'a accès sauf sur demande d'autorisation. Il faut aussi relever que les activités d'entretiens et de surveillance faites sur les ligneux par les élèves gendarmes pourraient sans doute influencer la quantité en termes du nombre car la densité des peuplements boisés des zones urbaines est en corrélation avec les interventions humaines (Bekkouch *et al.*, 2011).

Concernant la structure démographique du peuplement, les arbres sont plus abondants par rapport aux arbustes sur les sites étudiés. Ce qui peut être expliqué par l'utilisation des arbres pour l'ombrage, dominé par *Azadirachta indica* A. Juss., sollicitée du fait de sa croissance rapide (Moussa *et al.*, 2018). La valeur de 41,6 pieds/ha correspond à la densité moyenne de l'ensemble des sites est nettement inférieure à celle de Bagnian *et al.*, (2021) et Moussa *et al.*, (2019), qui ont trouvé respectivement 444 et 81,3 pieds/ha. Cette faible valeur de densité (41,27 pieds/ha) étaye les affirmations selon lesquelles la densité et la qualité des espèces ligneuses dans la zone sahélienne diminuent. Cette diminution est le résultat d'une dégradation des peuplements ligneux consécutifs aux pratiques anthropiques qui consistent à couper les pieds adultes pour divers usages sans entretenir la croissance des pieds juvéniles et des conditions climatiques défavorables de ces dernières années (Abdourhamane *et al.*, 2013 ; Ganaba, 2008).

Les sites étudiés ont enregistré des valeurs faibles de surfaces terrières (16,0144 m²/ha à 0,0283 m²/ha) pour une moyenne de 5,59 m²/ha. Ces valeurs faibles indiquent une mauvaise productivité comme rapporté par Roberts-Pichette et Gillespie (2002). Moussa *et al.* (2019) ont obtenu une surface terrière comprise entre 15,18 m²/ha à 6,27 m²/ha en étudiant la forêt urbaine de la ville de Niamey. La différence des valeurs des surfaces terrières en fonction des sites s'explique par le fait que ces derniers ne sont pas faits dans la même année. Ceci permet d'avoir des conclusions plus accusées de l'évolution dans le temps des peuplements ligneux.

Quant à la hauteur moyenne, elle varie entre les sites de 2,38 à 16,83 m. Ceci corrobore que ces espèces ligneuses sont mixtes avec des arbres et des arbustes et se trouvent dans des paysages fortement anthropisés et qui sont également très fragmentés (McKinney, 2006). Les différences dans la surface terrière et la densité des ligneux entre les sites étudiés peuvent être dues à des différences dans la composition floristique et les activités humaines telles que l'arrosage période, l'élagage, mais aussi à l'âge de plantation. Ce qui donne un bilan moyennement insatisfaisant dans l'ensemble des sites de plantations. Cette conclusion est la même que celle tirée par Douarou (2015) sur les aires qui ont bénéficié de la politique de reboisement à Bembereke au Bénin. C'est-à-dire qu'elles semblent ne pas être concernées par le reboisement, ce qui explique le manque d'entretien des plants. Les citoyens accordent peu d'importance aux espèces plantées malgré leurs utilités en les soumettant à des conditions de plus en plus difficiles. Ces mêmes constats sont faits par Cook (2002)

qui préconise un suivi rigoureux des arbres au cours de leur stade de développement.

4.2. Survie des plantations

En ce qui concerne l'état des sites de plantations, il est à noter le taux de survie globale de 41,27 % au niveau des sites reboisés. Les pressions anthropiques ainsi que les déficits pluviométriques peuvent être à l'origine de ce faible taux de survie globale. Ali-Khodja (2010) et Polorigni *et al.* (2015) évoquent que les actions anthropiques ont des impacts énormes sur la survie des ligneux en milieu urbain entraînant leur réduction et leur disparition. Ces mêmes conclusions sont faites par Vidra et Shear (2008) sur la difficile cohabitation des arbres avec les infrastructures et habitations. Dans la plupart des villes africaines, l'influence des populations a été remarquable dans le processus de dégradation des sites de plantations (Bekkouch *et al.*, 2011). D'autres actions telles que les prélèvements et l'aspersion du tronc des arbres de liquides indésirables sont observées dans certains sites de plantation (Osseni, 2011). Le taux de mortalité globale (58,73 %) est lié aux facteurs d'ordre climatique et anthropique (Adjonou *et al.*, 2009), ce qui a occasionné la destruction d'un nombre important d'essence végétales (Amontcha *et al.*, 2015). A cet effet, la prise en compte des facteurs socioculturels du milieu est un fait important à considérer (Jack-Scott, 2013).

5. Conclusion

L'évaluation des sites reboisés dans le cadre de la Fête Nationale de l'Arbre a permis d'avoir une vision globale à travers la quantification de la richesse spécifique, la description de la structure démographique des peuplements et la situation de survie des ligneux présents. Certes, elle a été effectuée à travers l'approche spatiale des aires reboisées de 2007 à 2022. Cette approche a permis de noter que les chances de survie des ligneux des sites s'amenuisent au cours du temps et elle a révélé aussi des insuffisances tant en matière de potentiel floristique que de distribution spatiale des sites. L'étude a identifié 2072 individus représentant 36 espèces appartenant à 31 genres avec 18 familles. La structure est marquée par la dominance des individus appartenant à la classe de diamètre 20-30 cm (33,37 %). Les pressions anthropiques, les déficits pluviométriques ainsi que l'absence d'une politique de gestion des sites reboisés ont conduit à un taux de mortalité de 58,73 %, ce qui compromet la viabilité et durabilité des ligneux. Il est important à souligner que certains espaces des sites (2011 et 2012) de la ceinture verte ont fait l'objet de lotissement. Pour que les efforts de reboisement soient pérennisés, il est important aux décideurs de murir des réflexions afin de concilier la demande sociale aux objectifs de ville durable pour un meilleur avenir des forêts urbaines. Il est donc indispensable de protéger ces espèces afin de réduire leurs mortalités, grâce à la sensibilisation des populations à avoir des comportements plus responsables vis-à-vis des ligneux. Il serait donc intéressant d'initier les actions de sauvegarde de cette biodiversité ligneuse notamment par la clôture, la surveillance permanente, la réflexion sur les logiques locales de conservation et de gestion durable.

6. Remerciements

Les auteurs remercient la Direction Nationale et Régionale de l'environnement pour l'appui technique et matériel ainsi que la population de la ville de Niamey pour leur collaboration.

Références bibliographiques

1. Abdourhamane, H., Morou, B., Rabiou, H., & MAHAMANE A. (2013). Caractéristiques floristiques, diversité et structure de la végétation ligneuse dans le Centre-Sud du Niger : cas du complexe des forêts classées de Dan kada Dodo-Dan Gado. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 7 (3), 1048 – 1068.
2. Adjonou, K., Bellefontaine, R., & Kokou, K. (2009). Les forêts claires du parc national Oti- Kéran au Nord Togo : structure, dynamique et impacts des modifications climatiques récentes, article de recherche. *Sécheresse*, 20(1) : 10.
3. Ali-Khodja, A. (2010). Aménagement urbain : la problématique de l'espace vert public dans la ville de Constantine. *Science et technologie*, 32. 9-18.
4. Assogbadjo, A. (2006). *Importance Socio-Economique et Etude de la Variabilité Ecologique, Morphologique, Génétique et Biochimique du Baobab (Adansonia digitata L.) au Bénin*. Thèse de doctorat, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin, p. 213.
5. Bagnian, I., & Bako, O.Y. (2021). Biodiversité des espèces ligneuses du parc forestier de la Faculté d'Agronomie de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger. *EWASH & TI Journal*, 2021 Volume 5 Issue 3, Page 665-677 Environmental and Water Sciences, Public Health & Territorial Intelligence Env.Wat. Sci. pub. H. Ter. Int. J. : <https://www.researchgate.net/publication/364129228>
6. Bekkouch, I., Kouddanea, N., Darouia E., Boukroutea, A., & Berrichi, A. (2011). Inventaire des arbres d'alignement de la ville d'Oujda. *Nature et Technologie*, n° 5 : 87 - 91.
7. Bender M.A., Knutson T.R., Tuleya R.E., Sirutis J.J., Vecchi G.A., Barnes S.T. and Held I.M. (2010). Modeled impact of anthro- pogenic warming on the frequency of intense Atlantic hurricanes. *Science*, 327: 454-458.
8. Bohre, P., Chaubey, O.P., Pradesh, M., Forest, S., & Jabalpur, M.P. (2016). Biomass Production and Carbon Sequestration by *Azadirachta indica*. In Coal Mined Lands. *Int. J. Bio- Science Bio-Technology*. 8, 111–120.
9. Bristow, R.S., Blackie, R., & Brown, N. (2012). *Parks and the urban heat island: a longitu- dinal study in Westfield, Massachusetts*. In: C.L. Fisher et C.E. Watts, Jr, eds. *Proceedings of the 2010 Northeastern Recreation Research Symposium*, pp. 224- 230. *Gen. Tech. Rep. NRS-P-94. Newtown Square*, États-Unis d'Amérique, Service des forêts des États-Unis, Northern Research Station.
10. Conseil National de l'Environnement pour un Développement Durable. (2016). *Troisième Communication Nationale* à la Conférence des Parties de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, Niamey.
11. Davies, Z.G., Edmondson, J.L., Heinemeye, A., Leake, J.R., & Gaston, K.J. (2011). Mapping an urban ecosystem service : quantifying above-ground carbon storage at a city-wide scale. *J. Appl. Ecol.* 48, 2011, 1125–1134. https://doi.org/10.1111/j.1365_2664.2011.02021.x.
12. Daget, P., & Poissonet, J. (1971). Une méthode d'analyse phytosociologique des prairies : critères d'application. *Annales Agronomiques*, 22 (1) ? pp. 5-41.
13. Dagnelie P. (2012). *Statistique théorique et appliquée* (tome 1). 82 p.
14. Douarou S.C. (2015). *Bilan de mise en œuvre de la politique de reboisement dans la commune de Bambereke, Benin*. Mémoire de Maîtrise en Aménagement du territoire, Université d'Abomey-Calavi, 66 p.
15. Escobedo, F.J., Clerici, N., Staudhammer, C.L., & Corzo, G.T. (2015). Socio-ecological dynamics and inequality in Bogotá, Colombia's public urban forests and their ecosystem services. *Urban For. Urban Green.* 14, 1040–1053. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.09.011>.
16. Félix, Z.C.S., Tougiani, A., & Moussa, M. (2019). Diversité et structure des peuplements ligneux issus de la Régénération Naturelle Assistée (RNA) suivant un gradient Agro-écologique au centre sud du Niger. *J. Agric. Vet. Sci.*, 12(1), 52-62.
17. Flores, L.M.A., Zanette, L.R.S., & Araujo, F.S. (2018). Effects of habitat simplification on assemblages of cavity nesting bees and wasps in a semiarid neotropical conservation area. *Biodivers. Conserv.* 27, 311–328. <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1436-3>.
18. Furukawa, T., Kiboi, S.K., Mutiso, P.B.C., & Fujiwara, K. (2016). Multiple use patterns of medicinal trees in an urban forest in Nairobi, Kenya. *Urban For. Urban Green.* 18, 34–40. <https://doi.org/10.1016/ufug.2016.05.003>.
19. Ganaba, S. (2008). *Caractérisation, utilisations, tests de restauration et gestion de la végétation ligneuse au Sahel, Burkina Faso*. Thèse de Doctorat d'Etat ès Sciences Naturelles, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, 316 p.
20. Gaur, M., & Kumar, S. (2018). Preliminary Investigations on Localized Rainfall Interception Losses Under Real Field Observations. *Hydrol. Model.* https://doi.org/10.1007/978-981-10-5801-1_3.
21. Gillespie, T.W., Goede, J. De, Aguilar, L., Jenerette, G.D., Fricker, G.A., Avolio, M.L., Pincetl, S., Johnston, T., Clarke, L.W., & Pataki, D.E. (2017). Predicting tree species richness in urban forests. *Urban Ecosyst.* 839–849. <https://doi.org/10.1007/s11252-016-0633-2>
22. Ibrahima, M.K., Moustapha, B.S., Mariama, D.D., Aly, D., Sekhoua, D., Daouda, N., Jean, L.P., Deborah, G., & Aliou, G. (2021). Étude des caractéristiques écologiques d'un peuplement ligneux de la grande muraille verte dans le Ferlo Nord, Sénégal. *Revue de l'Environnement et de la Biodiversité*. <https://hal.science/hal-03079497>
23. Institut National de la Statistique. (2017). *Annuaire Statistique Régional 2012 - 2016*. Niamey.
24. Jack-Scott, E., Piana, M., Troxel, B., Murphy-Dunning, C.,

- & Ashton, M.S. (2013). Stewardships success: How community group dynamics affect urban street trees survival and growth. *Arboriculture and urban forestry*, 39 (4) : 189-196 pp.
25. Kendal, D., Dobbs, C., & Lohr, V.I. (2014). Global patterns of diversity in the urban forest: Is there evidence to support the 10/20/30 rule? *Urban For. Urban Green*. 13, 411–417. <https://doi.org/10.1016/ufug.2014.04.004>.
26. Laille, P., Provendier, D., Colson, F., & Salanié J. (2013). Les bienfaits du végétal en ville. *Synthèse des travaux scientifiques et méthode d'analyse*, Angers, Plante & Cité. 31p
27. Long, G. (1974). *Diagnostic phytoécologique et aménagement du territoire. I : Principes généraux et méthodes*. Masson, Paris.
28. Malard, V. (2002). *La prise en compte de la nature dans l'aménagement urbain*. Trame verte de Saint Pierre des Corps. Projet de Fin d'Etude, 105 p.
29. McKinney, M.L., 2006. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biol. Conserv.* 3, 247–260. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.09.005>
30. Ministère de l'Environnement du Niger (2010). *Foresterie Urbaine*, version revue Niger. Niamey, 12 p.
31. Moussa, S., Kyreh, B., Tougiani, A.A., & Saadou, M. (2018). Carbon Stocks of neem tree (*Azadirachta indica* A. Juss.) in different urban land use and Land Cover types in Niamey City, Niger, West Africa. *South Asian J. Biol. Res.* 1, 153–165.
32. Moussa, S., Kyreh, B., Kuyah, S., Tougiani, A., & Saadou, M. (2019). Composition Floristique et Structure des Forêts Urbaines des Villes Sahéliennes : Cas de Niamey et Maradi, Niger. *Science de la vie, de la terre et agronomie. REV. RAMRES - VOL.07 NUM.00. 2019 ** ISSN 2424-7235*.
33. Nero, B.F., Campion, B.B., Agbo, N., Callo-concha, D., & Denich, M. (2017). Tree and trait diversity, species coexistence, and diversity- functional relations of green spaces in Kumasi, Ghana. *Procedia Eng.* 198, 99–115. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.07.164>.
34. Nowak, D.J., & Van den Bosch, M. (2019). Les effets des arbres et de la forêt sur la qualité de l'air et la santé humaine dans et autour des zones urbaines. *Sante Publique*, 1(HS1), 153.
35. N'Zala, D., & Miankodila, P. (2002). Arbres et espaces verts à Brazzaville (Congo). *Bois et Forêts des Tropiques*, (272), 88-92 pp.
36. Osseni, A.A. (2011). *Diversité et viabilité des plantations urbaines dans la ville de Porto-Novo, Bénin*. DEA en Géosciences de l'Environnement et Aménagement du Territoire, Université d'Abomey-Calavi, 86 p.
37. Osseni, A.A. (2013). *Utilisation du système d'information géographique dans la gestion des espaces verts publics dans la ville de Porto-Novo, Bénin*. DESS, Université d'Obafemi Awolowa (Osun State, Nigéria), 72 p.
38. Polorigni, B., Radji, R.A., & Kokou, K. (2014). Perceptions, tendances et préférences en foresterie urbaine : cas de la ville de Lomé au Togo. *European Scientific Journal*, (10)5: 261–277 pp.
39. Polorigni, B., Radji, R.A., & Kokou, K. (2015). Politique publique de gestion des espaces verts de la ville de Lomé au Togo". *International Journal of Biological and Chemical Science*, 9 (4), 1888-1901.
40. Raj, A., Agriculture, C., & Sahu, K.P. (2013). Neem- A Tree for Solving Global Problem Manoj Kumar Jhariya. *Indian J. Appl. Res.* 3, 1–3.
41. Riley, C.B., Herms, D.A., & Gardiner, M.M. (2018). Exotic trees contribute to urban forest diversity and ecosystem services in inner-city Cleveland, OH. *Urban For.* 29, 367–376. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.01.004>.
42. Roberts-Pichette, P., & Gillespie L. (2002). *Protocoles de suivi de la biodiversité végétale terrestre*. Collection des publications hors-série du RESE, rapport 9. Centre canadien des eaux intérieures, Ontario, Canada, 138 p.
43. Rondeux, J. (1993). *La mesure des arbres et des peuplements forestiers*. Les presses agronomiques de Gembloux. p16-59.
44. Rusterholz, H.P. (2003). Biodiversité en milieu urbain : Protection de la nature en milieu urbain et rôle des espaces verts affectés à un entretien extensif. Institut pour la protection de la nature, du paysage et de l'environnement, Paris, 24 p.
45. Schwaab, J., Meier, R., Mussetti, G., Seneviratne, S., & Bürgi, C. (2021). The role of urban trees in reducing land surface temperatures in European cities. *Nature Communications*, 12, 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-26768-w>
46. Thiombiano, A.R., Glele-Kakai, P., Bayen, J.I.B.A., & Mahamane A. (2016). Méthodes de collecte et d'analyse des données de terrain pour l'évaluation et le suivi de la végétation en Afrique. *Annales des sciences agronomiques*, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi.