

# Contribution à l'évaluation de la diversité floristique et à l'estimation du stock de carbone dans la ville de Thiès, Sénégal

## Contribution to the Assessment of Floristic Diversity and the Estimation of Carbon Sequestration in the Thies municipality, Senegal

Omar Cissé Faye<sup>1,2</sup>, Papa Diène Faye<sup>1,2,3,4</sup>, Elhadji Faye<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>Equipe de recherche « Biodiversité et Gestion des Ressources naturelles - Changements climatiques (BIOGERENAT) »

<sup>2</sup> Institut supérieur de Formation Agricole et rurale (ISFAR) - Université Alioune DIOP de Bambey – SENEGAL

<sup>3</sup> Ecole doctorale des Sciences et Techniques et Sciences de la Société - Université Alioune DIOP de Bambey- SENEGAL

<sup>4</sup> Ecole doctorale interdisciplinaire -Université Senghor d'Alexandrie-EGYPTE

(\*) Auteur correspondant : [papadienef@gmail.com](mailto:papadienef@gmail.com)

### ORCDI des auteurs :

Faye Omar Cissé : <https://orcid.org/0009-0004-8634-6615>, Faye Papa Diène : <https://orcid.org/0009-0004-1196-8102> ; Faye Eladji : <https://orcid.org/0000-0002-8959-3898>

**Comment citer l'article :** Faye, O. C., Faye, P. D., & Faye, E. (2026). Contribution à l'évaluation de la diversité floristique et à l'estimation du stock de carbone dans la ville de Thiès, Sénégal. *Revue Ecosystèmes Et Paysages*, 6(1). <https://doi.org/10.59384/rev.eco-syst.paysages.v6i1.235>

**Reçu :** 30 septembre 2025

**Accepté :** 20 février 2026

**Publié :** 30 juin 2026



**Copyright:** Published under a Creative Commons Attribution (CC-BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

### Résumé

Aujourd'hui, les arbres en milieu urbain jouent un rôle essentiel dans la séquestration du carbone et la régulation du climat local. Véritables puits de carbone, ils contribuent à atténuer les effets du changement climatique tout en améliorant la qualité de l'air et le bien-être des populations. Cependant, l'accroissement démographique et la conquête de l'espace urbain entraînent une pression croissante sur les ressources naturelles, provoquant leur dégradation progressive. Cette dynamique accentue la fragmentation des espaces verts et réduit la capacité des écosystèmes urbains à assurer leurs fonctions écologiques essentielles. C'est dans ce contexte que la diversité floristique et la séquestration de carbone dans la ville de Thiès, au Sénégal, ont été étudiées. L'objectif est d'évaluer la diversité floristique et le potentiel de séquestration de carbone des arbres urbains de la ville de Thiès. Un inventaire des axes routiers a été réalisé avec un taux de sondage de 50%. Il est suivi de l'estimation de la quantité de carbone séquestrée sur la base de modèles allométriques. Le traitement des données a été réalisé à l'aide des logiciels Excel, SPSS 17.0 et QGIS. Les résultats révèlent une richesse floristique composée de 52 espèces appartenant à 31 familles, concentrées principalement dans les axes routiers avec 1369 individus mais avec une faible diversité (14 espèces), suivis des établissements scolaires qui occupent la classe intermédiaire avec 5 individus répartis en 27 espèces, les concessions quant à eux représentent une grande diversité (46 espèces) mais avec un effectif faible (319 individus) tandis que les cimetières affichent 7 espèces pour un total de 69 individus. L'analyse factorielle des correspondances met en évidence des

---

regroupements d'espèces en fonction des composantes urbaines. Enfin, la biomasse totale estimée à 9 770,60 tonnes permet de séquestrer environ 4 885,30 tonnes de carbone. Ces résultats mettent en lumière l'importance de renforcer les pratiques de foresterie urbaine pour en maximiser les bénéfices environnementaux et sociaux.

**Mots clés :** diversité floristique, carbone, foresterie urbaine, Thiès, Sénégal.

### Abstract

Today, urban trees play a vital role in carbon sequestration and local climate regulation. As true carbon sinks, they help mitigate the effects of climate change while improving air quality and enhancing the well-being of urban populations. However, population growth and urban expansion exert increasing pressure on natural resources, leading to their gradual degradation. This dynamic intensifies the fragmentation of green spaces and reduces the capacity of urban ecosystems to perform their essential ecological functions. In this context, the floristic diversity and carbon sequestration potential of urban trees in the city of Thiès, Senegal, were studied. The objective was to assess both the floristic diversity and the carbon storage potential of trees within the city. An inventory was conducted along roadways with a sampling rate of 50%. This was followed by an estimation of the amount of carbon sequestered based on allometric models. Data processing was carried out using Excel, SPSS 17.0, and QGIS software. The results reveal a floristic richness composed of 52 species belonging to 31 families, mainly concentrated along roadways, which host 1,369 individuals but show low species diversity (14 species). Educational institutions form an intermediate class with 885 individuals distributed among 27 species. Residential areas, on the other hand, exhibit high diversity (46 species) but a smaller number of individuals (319), while cemeteries display 7 species totaling 69 individuals. A correspondence factor analysis highlights groupings of species according to urban components. Finally, the total biomass, estimated at 9,770.60 tons, corresponds to approximately 4,885.30 tons of carbon sequestered.

These results underscore the importance of strengthening urban forestry practices to maximize their environmental and social benefits.

**Keywords:** floristic diversity, carbon, urban forestry, Thiès, Senegal.

---

## 1. Introduction

A l'échelle mondiale l'urbanisation s'affirme aujourd'hui comme un phénomène majeur de transformation des sociétés et des territoires. Selon l'ONU, les villes constituent moins de 2% de la surface terrestre, mais contiennent 56% de la population mondiale (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023). En effet, bien que les villes occupent une faible traction de la surface terrestre, sous-estimé à moins de 2%, leurs habitants utilisent 75% de ses ressources naturelles (Salbitano et al. 2017).

Par ailleurs, elles produisent plus de 60% des émissions mondiales de gaz à effet de serre (GES). Les émissions de GES dues aux variations d'occupation du sol représentent 22% des émissions nettes mondiales, dont la moitié proviennent des émissions de CO<sub>2</sub>, principalement liées à la déforestation et à la perte de la végétation urbaine (GIEC, 2023).

Au niveau continental d'ici 2050, la population africaine devrait augmenter de 900 millions de personnes pour atteindre 2,2 milliards d'habitants. Les zones urbaines absorberont 80 % de cette croissance démographique, soit environ 700 millions de personnes (OECD, 2025).

Fort du constat que l'urbanisation entraîne une transformation profonde des milieux naturels. Cela se traduit par une perte de la végétation originelle en déboisant les forêts naturelles au profit du cadre bâti (immeubles et surfaces imperméables), entraînant des problèmes environnementaux divers tels que l'augmentation de la température urbaine, la diminution de la qualité de l'air ou encore les problèmes liés au ruissellement de l'eau. (Belbahar et al., 2021). Dans ce contexte, les arbres urbains suscitent un intérêt croissant pour la restauration des écosystèmes urbains et l'atténuation de certains effets négatifs de l'urbanisation (Parsa et al., 2019). En effet, ils assurent des services de grande importance pour les communautés urbaines tels que la régulation du

climat, la séquestration du carbone, le maintien de la biodiversité, la régulation des eaux de pluie et la purification de l'air (Vincent Gauthray *et al.*, 2022).

Au Sénégal, cette dynamique est particulièrement audible. La population urbaine est estimée à 9 922 399 habitants, soit 54,7% de la population totale contre 8 203 991 habitants (45,3%) en milieu rural. Le taux d'urbanisation est passé de 34% en 1976 à 54,7% en 2023 (ANSD, 2023).

Ainsi, dans la région de Thiès qui constitue le cadre spatial de cette étude, les formations forestières deviennent de plus en plus menacées à cause du dérèglement climatique et des pressions anthropiques. Elles subissent une dégradation progressive. En effet, cette région est en pleine croissance démographique. En termes d'infrastructures publiques, elle subit la pression sur l'assiette foncière. Parallèlement, les besoins en espaces d'habitation et en zones agricoles augmentent constamment. Ainsi, depuis des années, les espaces naturels souffrent de multiples pressions anthropiques et du déficit pluviométrique (Thioune, 2022).

Face à tous ces enjeux, la ville de Thiès à travers ses élus et ses principaux acteurs ambitionne de faire de la ville une métropole d'équilibre de l'échelle globale à l'échelle locale. Pour ce faire, elle s'aligne sur une nouvelle stratégie de développement économique, social et environnemental (PDV Thiès, 2023).

Vu l'urgence de prendre en compte les conséquences de l'urbanisation rapide, il est crucial d'initier et d'encadrer des recherches scientifiques afin de fournir aux autorités compétentes des recommandations éclairées pour leur politique de développement local.

C'est dans ce cadre que s'inscrit cette recherche scientifique intitulée : « Contribution à l'évaluation de la diversité floristique et à l'estimation de la séquestration de carbone dans la ville de Thiès ».

## 2. Matériel et Méthode

### 2.1 Description du milieu d'étude

La ville de Thiès, chef-lieu de région, couvre une superficie de 68,82 km<sup>2</sup> et se situe à 70 km à l'Est de Dakar, à 15 km de l'Aéroport International Blaise Diagne (AIBD) et à environ 22 km à l'Ouest de Tivaouane. Elle est entourée au Nord et au Sud-Est par les communes de Mont Rolland et Fandène, avec une ouverture au Nord-Ouest par la commune de Keur Moussa (Figure 1). Le décret N° 2008-1244 du 20 novembre 2008 a créé la Ville de Thiès, qui comprend trois communes : Thiès Nord (21 quartiers), Thiès Est (20 quartiers) et Thiès Ouest (18 quartiers).

La ville de Thiès appartient à la zone sahélienne avec un climat sahélo-soudanais influencé par la proximité de l'océan. Les températures varient entre 20,3 °C et 35 °C, avec des minima atteignant 16 °C en janvier et février, et des maxima de 35 °C de mars à octobre. A Thiès, les précipitations se concentrent sur trois mois, de mi-juillet à mi-octobre, et varient entre 260 et 500 mm par an, avec une moyenne de 446 mm sur 34 jours. La ville de Thiès repose sur un plateau légèrement incliné vers l'Est et culminant à 137 m au Nord-Ouest avec des pentes dominantes orientées vers l'Est et le Sud. Les types de sols de la ville sont ceux retrouvés généralement dans la région : les sols ferrugineux tropicaux lessivés, de texture sableuse, pauvres en matières organiques et communément appelés « sols diors » ; les sols ferrugineux tropicaux peu ou pas lessivés, appelés « decks et deck-diors » qui sont de texture argilo-sablonneuse ; et les sols hydromorphes ou à hydromorphie temporaire, appelés « sols de bas-fonds », qui sont de texture argilo-humifère. La végétation de Thiès se compose principalement de plantations naturelles et artificielles, avec des espèces comme *Khaya senegalensis* (caïcédrat), *Adansonia digitata*, *Borassus aequicordis* et *Faidherbia albida*. La forêt classée de Thiès abrite une flore de savane arborée, dominée par *Acacia seyal* et *Acacia ataxacantha* (PDV Thiès, 2018-2023).

### 2.2. Collecte des données

#### 2.2.1. Matériels

Pour la mesure des variables dendrométriques, un ruban métrique, un compas forestier et un dendromètre Suunto ont été employés. La collecte de données sur le terrain a été facilitée grâce aux outils Kobotoolbox et Kobocollect. Pour la cartographie et la navigation vers les sites, les logiciels QGIS et Google Earth, ainsi que Google Maps, ont été utilisés.

L'inventaire a été réalisé le long des axes routiers et dans les zones boisées à la suite d'une délimitation effectuée à l'aide de QGIS.

#### 2.2.2. Choix des concessions par quartier inventorié

Pour le choix des quartiers et concessions inventoriés, l'échantillonnage est fondé sur le nombre de quartiers et leur répartition représentative dans les trois communes. La ville compte un total de 59 quartiers ; le choix s'est porté sur 50 % des quartiers, soit environ 30 quartiers, en raison de 10 quartiers par commune. Les quartiers les plus peuplés ont été choisis. Le taux de progression de la population par quartier a été calculé de 2013 à 2023. En raison de l'indisponibilité de ces données sur le dernier recensement

RGPH (2023) de l'ANSD, les données de 2013 ont été utilisées pour le calcul. C'est sur cette base que l'échantillonnage a pu se faire avec la méthode de Fisher.

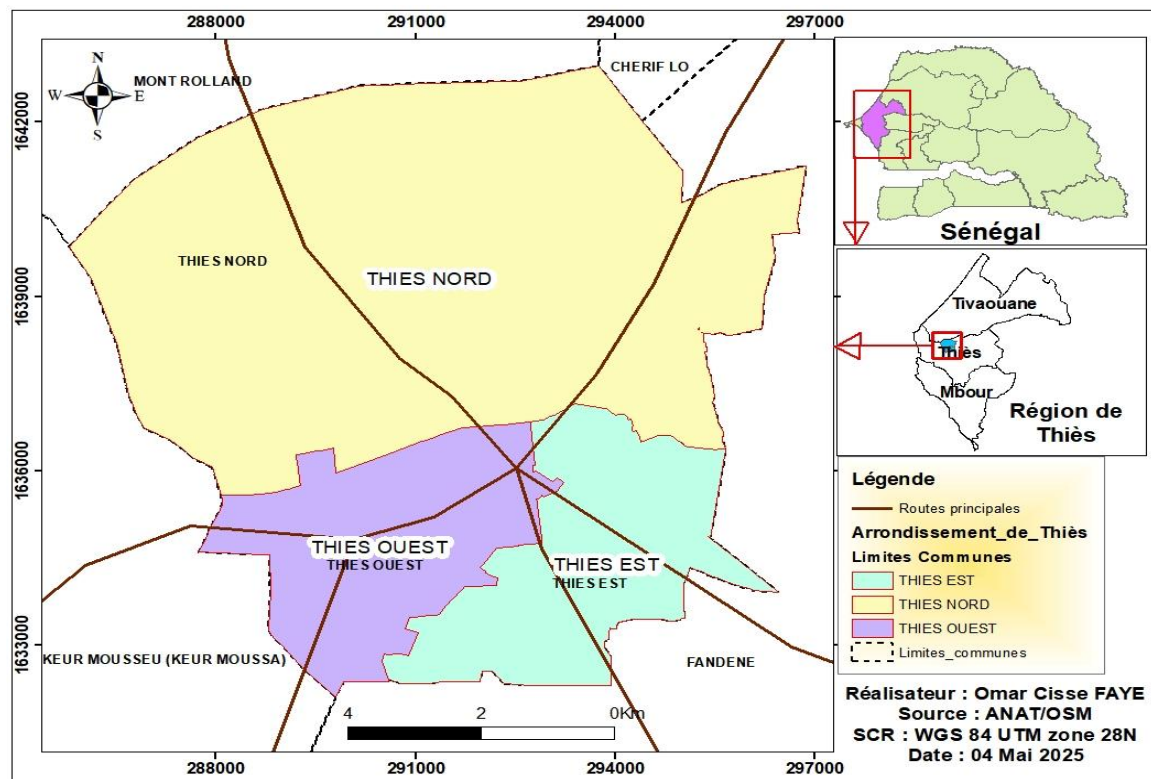


Figure 1. Situation géographique et administrative de la ville de Thiès

### Calcul du taux de progression de la ville de 2013 à 2023

Taux de progression = (Population actuelle - Population ancienne) / Population ancienne

Taux de progression =  $[(P_{2023} - P_{2013}) / P_{2013}] \times 100$

Taux de progression =  $[(391253 - 317765) / 317765] \times 100$

Taux de progression = 23%

Le taux de progression de la ville de Thiès est de 23% de 2013 à 2023.

Tableau 1. Populations des quartiers enquêtés sur la base du taux de progression de ville de 2013 à 2023

| Communes   | Quartiers          | Population en 2013 | Population en 2023 |
|------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Thiès Nord | Diakhao            | 12760              | 15695              |
|            | Kawsara Fall       | 5123               | 6301               |
|            | Keur Cheikh        | 1708               | 2101               |
|            | Keur Issa          | 1584               | 1948               |
|            | Keur Mame El Hadji | 4940               | 6076               |
|            | Diakhao Thialy     | 9547               | 11743              |
|            | Médina Fall        | 31933              | 39278              |
|            | Nginth             | 9138               | 11240              |
|            | Takhikao           | 10920              | 13432              |
|            | Thialy             | 9351               | 11502              |

|             |                     |        |        |
|-------------|---------------------|--------|--------|
| Thiès Est   | City Lamy           | 14296  | 17584  |
|             | Cité Senghor 1      | 14432  | 17751  |
|             | Darou Salam         | 16508  | 20305  |
|             | DVF                 | 12136  | 14927  |
|             | Fahu 2              | 6817   | 8385   |
|             | Diamaguène          | 11125  | 13684  |
|             | Hersent 1           | 12665  | 15578  |
|             | Abdoulaye yakhine   | 12107  | 14892  |
|             | Sampathé            | 6645   | 8173   |
| Thiès Ouest | Parcelles Assainies | 6359   | 7822   |
|             | 10e ex RIAOM        | 4529   | 5571   |
|             | Grand Standing      | 5132   | 6312   |
|             | Mbour 1             | 12979  | 15964  |
|             | Mbour 2             | 3203   | 3940   |
|             | Mbour 3             | 4259   | 5239   |
|             | Randoulène Nord     | 5904   | 7262   |
|             | Randoulène Sud      | 12454  | 15318  |
|             | Som                 | 11575  | 14237  |
|             | Sud Stade           | 1766   | 2172   |
| Total       | Thiès None          | 2568   | 3159   |
|             |                     | 274463 | 337589 |

L'application de la formule de Fisher sur les résultats du tableau de la progression de la population des 30 quartiers a permis de déterminer le nombre de concessions enquêtées au niveau des quartiers cibles en fonction des communes avec un degré de précision de 10%. L'échantillonnage est stratifié sur la base des 30 quartiers ciblés.

La formule est la suivante :

$$Nf = \frac{n}{1+\frac{n}{N}} \quad (1) ; \quad \text{Avec} \quad n = \frac{1}{d^2} \quad (2)$$

Avec Nf : taille de l'échantillon

n : degré de représentativité de l'échantillon

N : Population totale des 30 quartiers choisis au niveau des 3 communes

d : degré de précision choisi

Un degré de précision de 10% a été choisi.

$$n = 1 / (10/100)^2 = 100 \quad \text{et} \quad N = 337589$$

$$Nf = 100 / (1 + 100/337589) = 99,97 = 100 \text{ personnes à enquêter}$$

$$\text{Taux de sondage} = Nf * (100/N) \quad (3)$$

$$\text{Taux de sondage} = 100 * 100 / 337589 = 0,029\%.$$

Le résultat de la taille de l'échantillonnage a donné un taux de sondage de 0,029%. C'est ce taux de sondage qui a permis la détermination du nombre de concessions à inventorier par quartier, réparties en fonction des communes. Les concessions ont été choisies au hasard (tableau 2).

Tableau 2. Répartition de la population retenue pour l'enquête par quartier et par commune

| Communes    | Quartiers           | Effectif |
|-------------|---------------------|----------|
| Thiès Nord  | Diakhao             | 5        |
|             | Kawsara Fall        | 2        |
|             | Keur Cheikh         | 1        |
|             | Keur Issa           | 1        |
|             | Keur Mame El Hadji  | 2        |
|             | Diakhao Thialy      | 3        |
|             | Médina Fall         | 11       |
|             | Nginth              | 3        |
|             | Takhikao            | 4        |
|             | Thialy              | 3        |
| Thiès Est   | City Lamy           | 6        |
|             | Cité Senghor 1      | 5        |
|             | Darou Salam         | 6        |
|             | DVF                 | 4        |
|             | Fahu 2              | 3        |
|             | Diamaguène          | 4        |
|             | Hersent 1           | 5        |
|             | Abdoulaye yakhine   | 4        |
|             | Sampathé            | 3        |
|             | Parcelles Assainies | 2        |
| Thiès Ouest | 10e Ex RIAOM        | 2        |
|             | Grand Standing      | 2        |
|             | Mbour 1             | 5        |
|             | Mbour 2             | 1        |
|             | Mbour 3             | 2        |
|             | Randoulène Nord     | 2        |
|             | Randoulène Sud      | 4        |
|             | Som                 | 4        |
|             | Sud Stade           | 1        |
|             | Thiès None          | 1        |

Source : données de terrain

### 2.2.3. Choix des axes routiers inventoriés

L'inventaire des axes routiers a été réalisé à l'aide du logiciel QGIS, permettant de dresser la liste complète des axes routiers ainsi que leurs distances respectives. Un total de 14 axes routiers a été délimité, représentant une longueur globale de 55,82 km. Pour chaque axe, 50 % de la distance a été inventoriée, soit un total de 27,91 km (tableau 3). La hauteur des arbres a été obtenue avec le dendromètre Suunto et la circonférence grâce à un ruban métrique.

Tableau 3. Liste des axes routiers avec les distances inventoriées

| Axe Routiers                        | Distance totale (km) | Distance à inventorier (km) |
|-------------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| Route Nationale 2                   | 11,92                | 5,96                        |
| Route de Saint Louis                | 4,70                 | 2,35                        |
| Route Nationale 3                   | 4,00                 | 2,00                        |
| Route de Sindia Thiès               | 2,80                 | 1,40                        |
| Voie de contournement Nord Aéroport | 7,70                 | 3,85                        |
| Voie Collège Saint Gabriel          | 6,60                 | 3,30                        |
| Avenue Houphouët-Boigny             | 1,30                 | 0,65                        |
| Avenue Aynina Fall                  | 3,30                 | 1,65                        |
| Rue MH-01 Avenue du Baol            | 2,90                 | 1,45                        |
| Route Randoulène Nord RS-01         | 1,30                 | 0,65                        |
| Route Thiès Ouest Eureka            | 3,40                 | 1,70                        |
| Route Cité Ousmane Ngom             | 0,50                 | 0,25                        |
| Route Camp tropical GMI             | 1,60                 | 0,80                        |
| Route Forêt Classée de Thiès        | 3,80                 | 1,90                        |
| Total                               | 55,82                | 27,91                       |

Source : Source : données de terrain

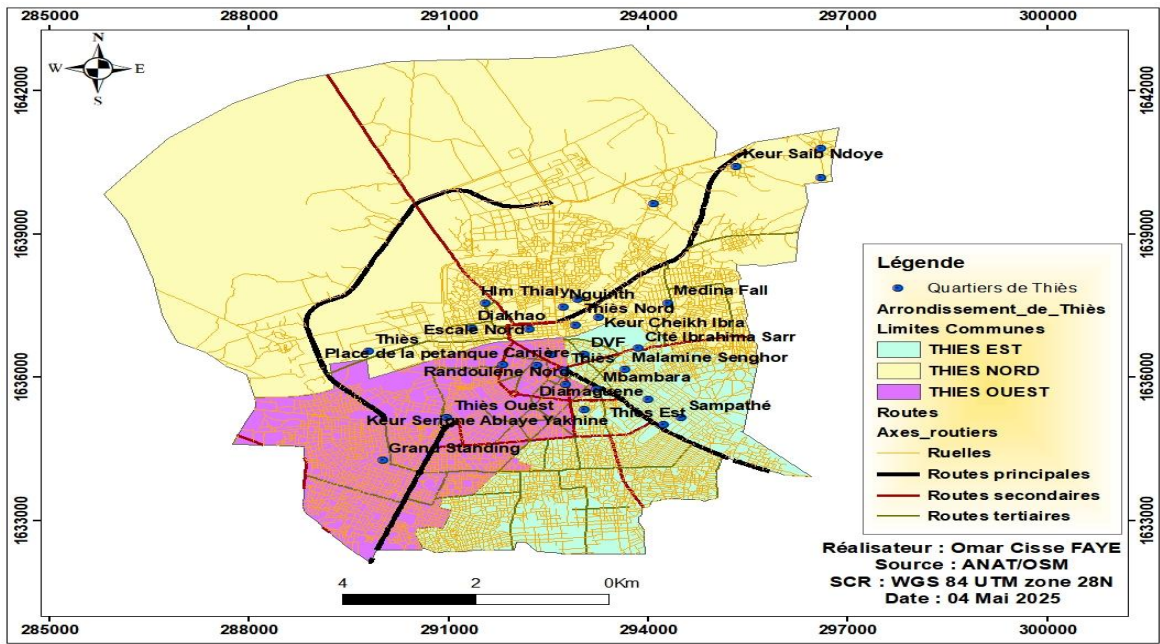


Figure 2. Carte d’urbanisation de la ville de Thiès

2.2.4. Choix des zones boisées

2.2.4.1. Choix des établissements d’enseignement scolaire

Pour le choix des établissements, le Plan de Développement de la Ville (PDV) révèle que la commune de Thiès dispose de 324 établissements. Une observation de la diversité floristique a été effectuée sur 09 établissements dont 03 densément boisés, 03 moyennement boisés et 03 peu boisés.

#### 2.2.4.2. Choix des cimetières

Le choix des cimetières a été fait grâce à l'outil Google Earth, qui montre l'existence de 10 cimetières. L'observation de la diversité s'est effectuée sur trois cimetières représentant le tiers.

#### 2.2.5. Evaluation de la biomasse aérienne et souterraine

L'estimation de la biomasse de la végétation a été réalisée sur la base de modèles allométriques. Il existe plusieurs modèles allométriques pour estimer la biomasse aérienne ou souterraine des arbres urbains. Pour le cas de cette étude, l'estimation de la biomasse aérienne a été déterminée à l'aide des équations allométriques développées par Mbow et al. (2013) pour l'ensemble des espèces et du modèle de Masota et al. (2018) pour le baobab (*Adansonia digitata*). Ainsi, la biomasse aérienne (AGBi) est estimée avec les formules suivantes :

$$\text{Généraliste : } \mathbf{AGB \text{ (Kg)} = 1,929DBH + 0,116DBH^2 + 0,013DBH^3 \text{ (1)}}$$

Où : ABG=Biomasse Aérienne et DBH=Diamètre à hauteur de poitrine, D= C/pi

$$\text{Baobab : } \mathbf{AGB \text{ (Kg)} = 2,234966 \times DBH^{1.4354} \text{ (2)}}$$

Pour l'estimation de la biomasse souterraine, l'équation de Cairn et al. (1997) a été utilisée. Cette équation se présente comme suit :

$$\mathbf{BGB = \exp[-1,0587 + 0,8836 \ln (AGB)] \text{ (3)}}$$

Où : BGB = biomasse racinaire, Ln = Logarithme népérien et AGB = biomasse aérienne.

La biomasse totale a été obtenue en faisant la somme de la biomasse aérienne et de celle racinaire (Loubota et al., 2016) :

$$\mathbf{B_{tot} = AGB + BGB \text{ (4)}}$$

#### 2.2.6. Estimation du stock de carbone séquestré dans la biomasse

Pour évaluer le stock de carbone, le facteur d'expansion et de conversion de la biomasse par défaut (0,5) a été multiplié par la biomasse telle que recommandée dans les directives du GIEC (2003) et de Nair (2012) en matière de bonnes pratiques. De nombreuses études ont également montré que la teneur en carbone du bois varie entre 0,47 et 0,51 ; par convention, les chercheurs utilisent 0,5 d'après Mille et Louppe (2015). Cette quantité de carbone stocké est évaluée par la formule suivante :

$$\mathbf{\text{Carbone stocké} = \text{Biomasse totale} \times 0,5 \text{ (5)}}$$

La masse atomique du carbone est égale à 12,01 et celle de l'oxygène est de 15,99. La masse moléculaire du carbone est estimée par l'opération suivante :  $\mathbf{M = 12,01 + 2(15,99) = 44}$ . Ainsi, le rapport de combinaison du carbone au dioxygène a été estimé par le rapport suivant  $\mathbf{M/MaC}$  qui nous donne 3,67. Cette équation :  $\mathbf{\text{stock équivalent (Téq)} = \text{stock carbone} \times 3,67 \text{ (9)}}$  est utilisée pour estimer la quantité de carbone séquestrée dans certains écosystèmes africains (Tsoumou et al. 2016 ; Ouédraogo et al. 2019).

### 2.3. Analyse des données

Les données obtenues ont été analysées avec le logiciel R et Microsoft Excel, la liste des espèces inventoriées et leurs taxonomies ont été dressées afin d'évaluer la diversité floristique d'une manière générale et spécifiquement au sein des différentes composantes (concessions, axes routiers, établissements et cimetières).

Plusieurs analyses ont été effectuées à l'aide des logiciels pour répondre aux interrogations posées. Une analyse factorielle des correspondances a été appliquée au tableau de contingence des espèces avec les différents facteurs (cimetières, axes routiers, établissements, quartiers) pour observer les différents quartiers qui se ressemblent du point de vue des espèces présentes. La carte de la zone d'étude a été élaborée avec QGIS et Google Earth.

La diversité spécifique a été mesurée par la richesse spécifique (S), l'indice de Shannon (H') et l'indice d'équitabilité de Pielou (E).

La richesse spécifique (S) est le nombre total d'espèces d'une communauté. Elle est évaluée pour chaque site et ne tient pas compte de l'abondance relative des espèces.

L'indice de Shannon est égal à :

$H' = - \sum \text{pilog} 2\text{pi} \text{ (6)}$  avec  $\text{pi} = n_i/n$  avec  $n_i$  = effectif de l'espèce  $i$  et  $n$  = effectif total de toutes les espèces.  $H'$  s'exprime en bits et varie de 1 à 5.

L'indice de Piélou ou l'équitabilité,  $E = H' / \ln S \text{ (7)}$ , correspond au rapport entre la diversité observée  $H'$  et la diversité maximale possible étant donné le nombre d'espèces  $S$ . Sa valeur maximale est 1.

### 3. Résultats

#### 3.1. Diversité et structure de la végétation en milieu urbain à Thiès

##### 3.1.1. Diversité globale

L'exploitation des données d'inventaires floristiques a permis de répertorier un total de 52 espèces classées en 31 familles au niveau des différentes composantes (concessions, axes routiers, écoles et cimetières). Ces espèces sont répertoriées dans le tableau 4. Ainsi, les espèces ont été classées en 9 groupes en fonction de leur présence simultanée ou spécifique au sein des différentes composantes.

- **Concessions, axes routiers, écoles et cimetières :** *Adansonia digitata* L. ; *Azadirachta indica* A. Juss ; *Borassus akeassii* Bayton Ouéd. ; *Calotropis procera* (Aiton) W.T.Aiton ;
- **Concessions, axes routiers et écoles :** *Annona squamosa* L. ; *Cordia sebestena* L. ; *Delonix regia* (Boj.) Raf. ; *Ficus sp* L. ; *Gmelina arborea* Roxh. Ex Sm ; *Khaya senegalensis* (Desr.) A.Juss. ; *Mangifera indica* L. ; *Terminalia mantaly* H.Perrier. ;
- **Concessions, écoles et cimetières :** *Balanites aegyptiaca* (L.) Delile ; *Cassia siamea* (Lam.) ; *Ziziphus mauritania* (Lam.) ;
- **Concessions et axes routiers :** *Ficus benamina* L. ; *Hura crepitans* L. ; *Phoenix dactylifera* L. ; *Thespesia populnea* (L.) ;
- **Concessions et écoles :** *Manilkara zapota* (L.) P.Royen ; *Citrus limon* (L.)Burm.f.; *Cocos nucifera* L. ; *Carica papaya* L. ; *Moringa oleifera* (Lam.) ; *Punica granatum* L. ; *Euphorbia drupifera* (Thonn.) ;
- **Axes routiers et écoles :** *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh ; *Prosopis juliflora* (Sw) DC.
- **Unique aux concessions:** *Acacia nilotica* (L.) Wild. ; ex Delile; *Annona muricata* L. ; *Annona senegalensis* Pers. ; *Bougainvillea spectabilis* Willd. ; *Citrus maxima* (Burm.) Merr.; *Citrus reticulata* Blanco. ; *Citrus sinensis* (L.) Osbeck ; *Combretum micranthum* G.Don ; *Ficus umbellata* Vahl. ; *Ficus variegata* L. ; *Gossypium herbaceum* L. ; *Lawsonia inermis* L. ; *Musa paradisiaca* Colla ; *Nicotiana tabacum* L. ; *Pisonia grandis* R.Br. ; *Pluchea carolinensis* (Jacq.) G. Don ; *Polyalthia longifolia* (Sonn.) Thwaites ; *Psidium guajava* L. ; *Terminalia catappa* L. ; *Vitex doniana* Sweet.
- **Unique aux écoles :** *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. ; *Casuarina equisetifolia* L.; *Coccoloba uvifera* (L.).

Tableau 4. Diversité globale, nature et origine des espèces au niveau des différentes composantes

| Familles             | Espèces                                       | Composantes |             |        |            | Nature        | Origine |
|----------------------|-----------------------------------------------|-------------|-------------|--------|------------|---------------|---------|
|                      |                                               | Concessions | A. routiers | Ecoles | Cimetières |               |         |
| <i>Anacardiaceae</i> | <i>Mangifera indica</i> L                     | +           | +           | +      | -          | E. fruitière  | E       |
| <i>Annonaceae</i>    | <i>Annona muricata</i> L.                     | +           | -           | -      | -          | E. fruitière  | E       |
|                      | <i>Annona senegalensis</i> Pers.              | +           | -           | -      | -          | E. fruitière  | I       |
|                      | <i>Annona squamosa</i> L.                     | +           | +           | +      | -          | E. fruitière  | E       |
|                      | <i>Polyalthia longifolia</i> (Sonn.) Thwaites | +           | -           | -      | -          | E. forestière | E       |
| <i>Araliaceae</i>    | <i>Polyscias scutellaria</i>                  | +           | -           | -      | -          | E. forestière | E       |

|                        |                                                |   |   |   |   |                                 |   |
|------------------------|------------------------------------------------|---|---|---|---|---------------------------------|---|
| <i>Arecaceae</i>       | <i>Borassus akeassii</i> Bayton,<br>Ouédér.    | + | + | + | + | E. fores-<br>tière<br>fruitière | I |
|                        | <i>Cocos nucifera</i> L.                       | + | - | + | - | E. frui-<br>tière               | I |
|                        | <i>Phoenix dactylifera</i> L.                  | + | + | - | - | E. frui-<br>tière               | E |
| <i>Asclepiadaceae</i>  | <i>Calotropis procera</i> (Aiton)<br>W.T.Aiton | + | + | + | + | E. fores-<br>tière              | I |
| <i>Asteraceae</i>      | <i>Pluchea carolinensis</i> (Jacq.)<br>G. Don  | + | - | - | - | E. fores-<br>tière              | E |
| <i>Bombacaceae</i>     | <i>Adansonia digitata</i> L.                   | + | + | + | + | E. fores-<br>tière<br>fruitière | I |
| <i>Boraginaceae</i>    | <i>Cordia sebestena</i> L.                     | + | + | + | - | E. fores-<br>tière              | E |
| <i>Caesalpiniaceae</i> | <i>Delonix regia</i> (Boj.) Raf.               | + | + | + | - | E. fores-<br>tière              | E |
| <i>Caricaceae</i>      | <i>Carica papaya</i> L.                        | + | - | + | - | E. frui-<br>tière               | E |
|                        | <i>Casuarina equisetifolia</i> L.              | - | - | + | - | E. fores-<br>tière              | E |
| <i>Casuarinaceae</i>   | <i>Cassia siamea</i> (Lam.)                    | + | + | + | + | E. fores-<br>tière              | E |
| <i>Combretaceae</i>    | <i>Combretum micranthum</i><br>G. Don          | + | - | - | - | E. fores-<br>tière              | I |
|                        | <i>Terminalia catappa</i> L.                   | + | - | - | - | E. fores-<br>tière              | E |
|                        | <i>Terminalia mantaly</i> H. Per-<br>rier.     | + | + | + | - | E. fores-<br>tière              | E |
| <i>Euphorbiaceae</i>   | <i>Euphorbia drupifera</i> (Thonn)             | + | + | + | - | E. fores-<br>tière              | E |
|                        | <i>Hura crepitans</i> L.                       | + | + | - | - | E. fores-<br>tière              | E |
| <i>Lamiaceae</i>       | <i>Vitex doniana</i> Sweet.                    | + | - | - | - | E. fores-<br>tière              | E |
| <i>Lythraceae</i>      | <i>Lawsonia inermis</i> L.                     | + | - | - | - | E. fores-<br>tière              | E |
| <i>Malvaceae</i>       | <i>Gossypium herbaceum</i> L.                  | + | - | - | - | E. fores-<br>tière              | E |
|                        | <i>Thespesia populnea</i> L.                   | + | + | - | - | E. fores-<br>tière              | E |
| <i>Meliaceae</i>       | <i>Azadirachta indica</i> A. Juss              | + | + | + | + | E. fores-<br>tière              | E |
|                        | <i>Khaya senegalensis</i> (Desr.)<br>A. Juss.  | - | + | + | - | E. fores-<br>tière              | I |
| <i>Mimosaceae</i>      | <i>Acacia nilotica</i> (L.) Wild.              | + | - | - | - | E. fores-<br>tière              | I |
|                        | <i>Leucaena leucocephala</i><br>(Lam.) de Wit. | - | - | + | - | E. fores-<br>tière              | E |
|                        | <i>Prosopis juliflora</i> (Sw) DC.             | - | + | + | - | E. fores-<br>tière              | I |

|                       |                                             |   |   |   |   |                                   |   |
|-----------------------|---------------------------------------------|---|---|---|---|-----------------------------------|---|
| <i>Moraceae</i>       | <i>Ficus benjamina</i> L.                   | + | + | - | - | E. fores-<br>tière                | E |
|                       | <i>Ficus sp</i> L.                          | + | + | + | - | E. fores-<br>tière                | E |
|                       | <i>Ficus umbellata</i> Vahl.                | + | - | - | - | E. fores-<br>tière                | E |
|                       | <i>Ficus variegata</i> L.                   | + | - | - | - | E. fores-<br>tière                | E |
| <i>Moringaceae</i>    | <i>Moringa oleifera</i> Lam.                | + | - | + | - | E. frui-<br>tière                 | E |
| <i>Musaceae</i>       | <i>Musa paradisiaca</i> Colla               | + | - | - | - | E. frui-<br>tière                 | I |
| <i>Myrtaceae</i>      | <i>Eucalyptus camaldulensis</i><br>Dehnh    | - | + | + | - | E. fores-<br>tière                | E |
|                       | <i>Psidium guajava</i> L.                   | + | - | - | - | E. frui-<br>tière                 | E |
| <i>Nyctaginaceae</i>  | <i>Bougainvillea spectabilis</i><br>Willd.  | + | - | - | - | E. fores-<br>tière                | E |
|                       | <i>Pisonia grandis</i> R.Br.                | + | - | - | - | E. fores-<br>tière                | E |
| <i>Polygonaceae</i>   | <i>Cocoloba uvifera</i> (L.) L.             | - | - | + | - | E. fores-<br>tière                | E |
| <i>Punicaceae</i>     | <i>Punica granatum</i> L.                   | + | - | - | - | E. frui-<br>tière                 | E |
| <i>Rhamnaceae</i>     | <i>Ziziphus mauritania</i> (Lam.)           | + | + | + | - | E. fores-<br>tière frui-<br>tière | E |
| <i>Rutaceae</i>       | <i>Citrus maxima</i> (Burm.)Merr.           | + | - | - | - | E. frui-<br>tière                 | E |
|                       | <i>Citrus reticulata</i> Blanco.            | + | - | - | - | E. frui-<br>tière                 | E |
|                       | <i>Citrus sinensis</i> (L.)                 | + | - | - | - | E. frui-<br>tière                 | E |
|                       | <i>Citrus limon</i> (L.)                    | + | - | + | - | E. frui-<br>tière                 | E |
| <i>Sapotaceae</i>     | <i>Manilkara zapota</i> (L.)                | + | - | + | - | E. frui-<br>tière                 | E |
| <i>Solanaceae</i>     | <i>Nicotiana tabacum</i> L.                 | + | - | - | - | E. fores-<br>tière<br>fruitière   | E |
| <i>Verbenaceae</i>    | <i>Gmelina arborea</i> Roxh. Ex<br>Sm       | + | + | + | - | E. fores-<br>tière                | E |
| <i>Zygophyllaceae</i> | <i>Balanites aegyptiaca</i> (L.)De-<br>lile | + | - | + | + | E. fores-<br>tière<br>fruitière   | E |

Source : données de terrain

(+) : présence de l'espèce ; (-) : absence de l'espèce ; E : espèce exotique ; I : espèce indigène.

**3.1.2. Structure de la végétation en milieu urbain de Thiès**

Le tableau 5 montre une répartition de la végétation selon les différentes composantes. Les axes routiers affichent la plus forte densité avec 1369 individus mais une faible diversité (14 espèces), traduisant un peuplement dominé par *Khaya senegalensis*. Les concessions présentent la plus grande diversité spécifique (46 espèces) mais un effectif plus faible (319 individus),

regroupant les espèces fruitières. Les établissements scolaires combinent une diversité intermédiaire (27 espèces) et une forte densité (885 individus). Enfin, les cimetières, avec seulement 7 espèces et 69 individus, révèlent une végétation peu diversifiée.

Tableau 5. Structure de la végétation en fonction des différentes composantes

| Composantes      | Axes routiers | Concessions | Etablissements scolaire | Cimetières |
|------------------|---------------|-------------|-------------------------|------------|
| Nombre d'espèces | 14            | 46          | 27                      | 7          |
| Effectifs        | 1369          | 319         | 885                     | 69         |

### 3.1.3. Diversité et Analyse factorielle des correspondances (AFC) des composantes

#### 3.1.3.1. Diversité spécifique des composantes

Le tableau 6 met en évidence la richesse spécifique, la diversité floristique et l'équilibre au sein des différentes composantes de la ville de Thiès. Les concessions présentent la diversité spécifique ( $H' = 4,18$ ) et l'équilibre ( $E = 0,72$ ) les plus élevés, mais avec une abondance relative ( $Ar = 319$  individus), suivies par les établissements scolaires, qui ont une diversité spécifique ( $H' = 1,9$ ) et un équilibre ( $E = 0,28$ ) moyens, mais qui présentent une abondance relative ( $Ar = 885$  individus). Les cimetières présentent une diversité spécifique ( $H' = 1,64$ ) et un équilibre ( $E = 0,38$ ), avec une abondance relative ( $Ar = 69$  individus) la plus faible. Pour finir, les axes routiers connaissent une diversité spécifique ( $H' = 4,18$ ) et un équilibre ( $E = 0,72$ ), et montrent une abondance relative ( $Ar = 1369$  individus).

Tableau 6. Etude de la diversité spécifique au niveau des différentes composantes

| Types de formations          | Concessions | Axes routiers | Etablissements scolaires | Cimetières |
|------------------------------|-------------|---------------|--------------------------|------------|
| Indice de Shannon $H'$ (bit) | 4,18        | 1,57          | 1,90                     | 1,64       |
| Indice de Pielou $E$         | 0,72        | 0,21          | 0,28                     | 0,38       |
| Richesse spécifique          | 46          | 14            | 27                       | 7          |

#### 3.1.3.2. Diversité floristique au niveau des concessions des quartiers modernes ou périurbains

Presque la quasi-totalité des espèces (46/52) répertoriées est retrouvée au niveau des concessions, soit à la devanture avec un total de 116 pieds ou à l'intérieur avec un total de 203 pieds. Cela donne un total de 319 pieds sur l'ensemble des concessions. Une répartition en trois groupes a été faite sur les 30 quartiers où des inventaires ont été effectués suite à une exploitation de la carte de structuration en quartiers de la ville et à l'observation du profil urbain et environnemental de Thiès obtenu du PDV.

- **Quartiers anciennement implantés** : Randoulène Nord, Randoulène Sud, DVF, Diakhao, Nguinth, Mbour 1, Diamaguène et Som constituent les quartiers anciens. Ils présentent un maillage assez régulier pour ceux situés au cœur de la ville où s'accomplit l'essentiel des fonctions urbaines. L'exploitation des données d'enquêtes montre la présence de 31/52 des espèces, soit un taux de représentativité de 59,61%.
- **Quartiers périurbains ou spontanés** : ils regroupent les quartiers d'extension récente de la ville, ils sont pour la plupart spontanés et viennent répondre au boom démographique de la ville. Ce groupe est constitué des quartiers suivants : Thialy, Médina Fall, Cité Lamy, Thiès None, Darou Salam, Keur Issa, Takhikao, Abdoulaye Yakhine, Cité Senghor, Kawsara Fall, Sampathie, Diakhao Thialy, Keur Mame El Hadji et Keur Cheikh. Ils connaissent un taux de représentativité de 53,84% sur la diversité floristique, avec la présence de 28/52 des espèces.
- **Quartiers Modernes** : Hersent, Mbour 2, Mbour 3, Grand Standing, Parcelles Assainies, Sud Stade, Dixième et Fahu 2 composent ce groupe et représentent les quartiers résidentiels. Ils connaissent un taux de représentativité de 36,53%, soit la présence de 19/52 des espèces répertoriées.

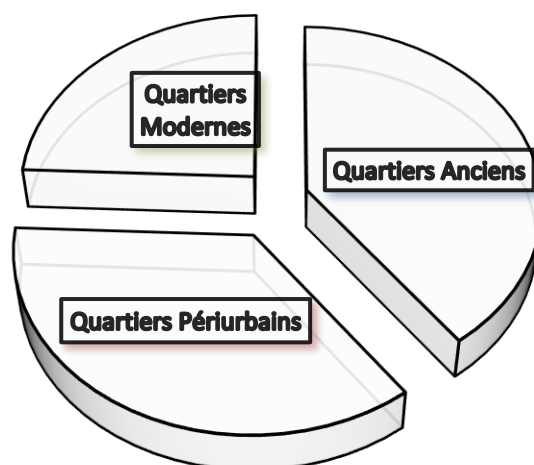


Figure 3. Répartition typologique des quartiers en fonction du nombre d'espèces présentes

### 3.1.3.3. Diversité floristique et analyse factorielle des correspondances au niveau des axes routiers

#### Diversité floristique

Sur les 14 axes routiers, 1369 pieds ont été inventoriés répartis en 18 espèces dont :

*Adansonia digitata* ; *Azadirachta indica* ; *Borassus akeassii* ; *Calotropis procera* ; *Annona squamosa* ; *Cordia sebestena* ; *Delonix regia* ; *Eucalyptus camaldulensis* ; *Ficus sp* ; *Gmelina arborea* ; *Khaya senegalensis* ; *Mangifera indica* ; *Terminalia mantaly* ; *Ficus benjamina* ; *Hura crepitans* ; *Phoenix dactylifera* ; *Prosopis juliflora* ; *Thespesia populnea*.

#### Analyse factorielle des correspondances (AFC) sur la matrice espèces x axes routiers

##### Valeurs propres

La projection des variables sur le plan factoriel suite à une analyse factorielle des correspondances (espèces x axes routiers) montre que 100% de la variance totale sont expliqués sur l'ensemble des axes dimensionnés (tableau 7).

Tableau 7. Valeurs propres de l'analyse factorielle des correspondances axes routiers x espèces

|          | Dim.1 | Dim.2 | Dim.3 | Dim.4 | Dim.5 | Dim.6 | Dim.7 | Dim.8 | Dim.9 | Dim.10 |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Variance | 0.320 | 0.148 | 0.084 | 0.066 | 0.030 | 0.021 | 0.016 | 0.007 | 0.003 | 0.001  |
| % of     | 46.03 | 21.25 | 12.1  | 9.46  | 4.27  | 2.99  | 2.31  | 0.96  | 0.46  | 0.17   |
| Var      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| Cumul    | 46.03 | 67.28 | 79.38 | 88.84 | 93.11 | 96.1  | 98.41 | 99.37 | 99.83 | 100.00 |
| % of var |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |

#### Représentation graphique du biplot axes routiers x espèces

L'analyse des valeurs propres issues de l'AFC montre que l'axe de dimension 1 représente 46,03% de la variance totale et il regroupe 5 axes routiers (route de sindia, Eureka, Voie Saint Gabriel, la route nationale 3 et la route de Saint Louis) avec la majorité des espèces répertoriées (*Adansonia digitata* ; *Azadirachta indica* ; *Borassus aethiopicum* ; *Calotropis procera* ; *Annona squamosa* ; *Cordia sebestena* ; *Delonix regia* ; *Eucalyptus camaldulensis* ; *Ficus sp* ; *Gmelina arborea* ; *Mangifera indica* ; *Terminalia mantaly* ; *Ficus benjamina* ; *Hura crepitans* ; *Prosopis juliflora* ; *Thespesia populnea*) présent dans les deux pôles (positif, négatif). Donc l'axe du facteur 1 peut être considéré comme étant l'axe qui caractérise le plus la diversité floristique au niveau des axes routiers avec un gradient topographique. L'axe de facteur 2 représente 21,25% de la variance totale et il regroupe la majorité des axes routiers avec les espèces *Khaya senegalensis* ; *Phoenix dactylifera* dans le pôle positif et reste caractérisé par un gradient d'humidité (Figure 4).

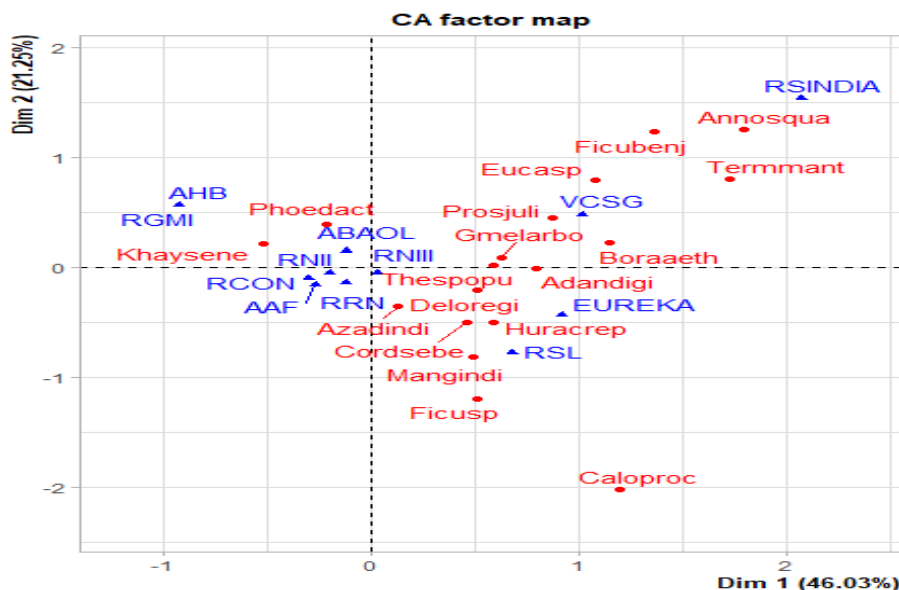


Figure 4. Analyse Factorielle des Correspondances sur la matrice 14 axes routiers x nombre 1369 espèces : carte du biplot axes routiers et espèces

### 3.1.3.4. Classification hiérarchique des établissements scolaires

#### Diversité floristique

Les établissements connaissent une diversité très variée avec 27 espèces répertoriées que sont :

*Adansonia digitata* ; *Azadirachta indica* ; *Borassus aethiopium* ; *Citrus limon* ; *Calotropis procera* ; *Annona squamosa* ; *Cordia sebestena* ; *Delonix regia* ; *Ficus sp* ; *Gmelina arborea* ; *Khaya senegalensis* ; *Terminalia mantaly* ; *Balanites aegyptiaca* ; *Cassia siamea* ; *Ziziphus mauritania* ; *Manilkara zapota* ; *Cocos nucifera* ; *Carica papaya* ; *Moringa oleifera* ; *Eucalyptus camaldulensis* ; *Prosopis juliflora* ; *Punica granatum* ; *Euphorbia drupifera* ; *Leucaena leucocephala* ; *Casuarina equisetifolia* ; *Cocoloba uvifera*.

#### Analyse factorielle des correspondances sur la matrice espèces x établissements scolaires

La projection des variables sur le plan factoriel (1x2) issu d'une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) sur la matrice 27 espèces x 9 établissements scolaires montre que l'axe de dimension 1 représente 30,95% de la variance totale et 24,57% par l'axe de dimension 2 (figure 5).

Cette analyse a permis de classer les espèces en différents groupes selon leur présence au sein des établissements scolaires :

- Le premier groupe est composé d'espèces comme : *Casuarina equisetifolia* ; *Adansonia digitata* ; *Azadirachta indica* ; *Moringa oleifera* ; *Balanites aegyptiaca*, présentes majoritairement au niveau du Lycée El Hadji Malick Sy.
- Le deuxième groupe est composé des espèces suivantes : *Punica granatum* ; *Cocoloba uvifera* ; *Ziziphus mauritania*, *Prosopis juliflora* retrouvées principalement au niveau du Lycée Jules Sagna et de l'école Élémentaire Parcelles Assainies.
- Pour le troisième groupe, il regroupe les espèces : *Delonix regia* ; *Gmelina arborea* ; *Terminalia mantaly* majoritaire respectivement au niveau de l'école Daniel Brottier, Élémentaire Fahu et le lycée Fahu.
- Au niveau du quatrième groupe, on retrouve les espèces suivantes : *Mangifera indica* ; *Euphorbia drupifera* ; *Ficus sp.* ; *Calotropis procera* ; *Annona squamosa*, trouvées minoritairement au niveau des établissements suivants : Daniel Brottier, Élémentaire Fahu, Lycée Fahu, Lycée Jules Sagna, Lycée El Hadji Malick Sy et de l'école Élémentaire Parcelles Assainies.
- Quant au cinquième groupe, il regroupe les espèces *Cocos nucifera* et *Cassia siamea*, présentes également au niveau du Lycée Jules Sagna et de l'école Daniel Brottier.
- Le sixième quant à lui regroupe les autres espèces dont : *Leucaena leucocephala* *Eucalyptus camaldulensis* ; *Borassus aethiopium* ; *Citrus limon* ; *Manilkara zapota* ; *Carica papaya* ; *Khaya senegalensis*. Ces espèces marquent une

présence au niveau des établissements scolaires sauf au niveau du CEM Cité Ballabey et de l’école élémentaire El Hadji Ibrahima Sarr.

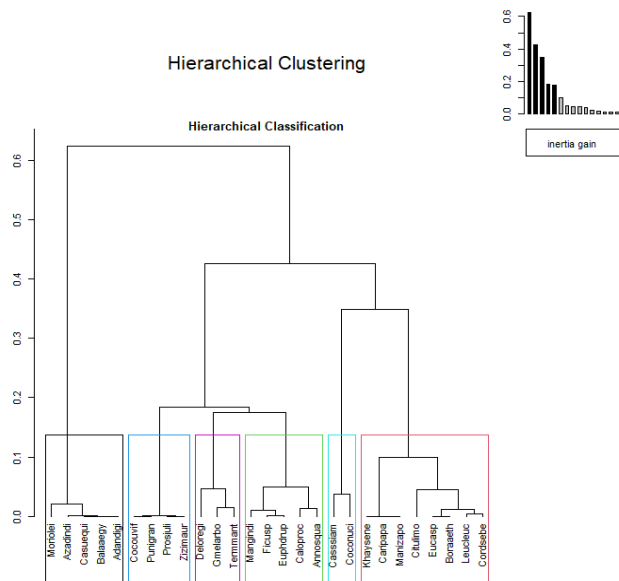


Figure 5. Classification hiérarchique des établissements scolaires selon les espèces

3.1.3.5. Diversité floristique dans les cimetières et analyse factorielle des correspondances

Diversité spécifique

La diversité floristique au niveau des cimetières reste peu variée avec 7 espèces que sont : *Adansonia digitata* ; *Azadirachta indica* ; *Borassus aethiopium* ; *Calotropis procera* ; *Balanites aegyptiaca* ; *Cassia siamea* ; *Ziziphus mauritania*.

Valeurs propres

Les valeurs propres issues de l’analyse factorielle des correspondances espèces x cimetières montrent que 100% de la variance est expliquée par les axes des facteurs 1 et 2 (tableau 6).

Tableau 6. Valeurs propres de l’analyse factorielle des correspondances cimetières x espèces

|                      | Dim.1  | Dim.2   |
|----------------------|--------|---------|
| Variance             | 0.610  | 0.494   |
| % of var.            | 55.242 | 44.758  |
| Cumulative % of var. | 55.242 | 100.000 |

La figure 6, ressortissant du biplot sur la matrice cimetières x espèces, montre que l’axe de dimension 1 représente 55,24% de la variance totale, regroupant les espèces comme *Borassus aethiopium* ; *Calotropis procera* ; *Balanites aegyptiaca* dans le pôle positif et l’espèce *Cassia siamea* dans le pôle négatif. Quant à l’axe de dimension 2, il représente 44,76% de la variance totale avec l’espèce *Ziziphus mauritania* dans le pôle positif, *Adansonia digitata* et *Azadirachta indica* dans le pôle négatif.

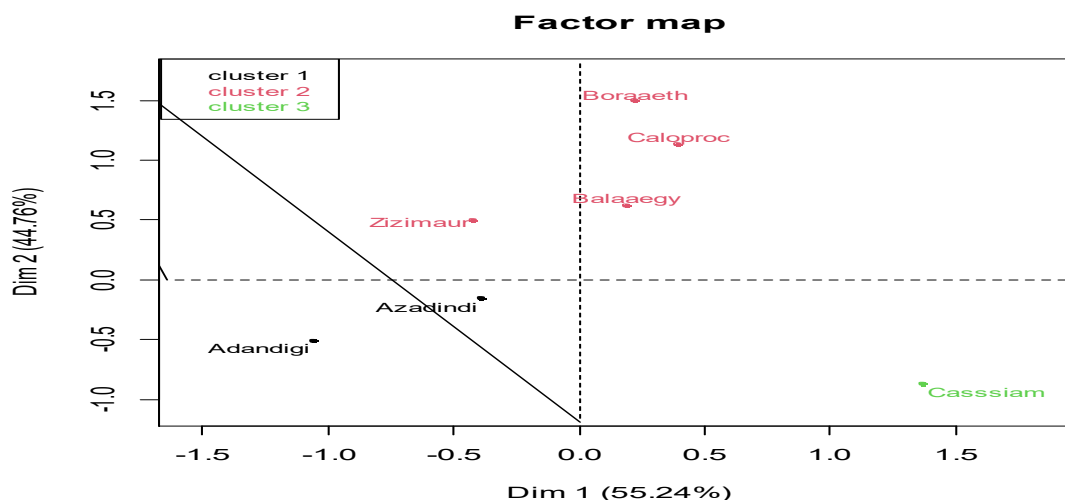


Figure 6. Analyse Factorielle des Correspondances sur la matrice 3 cimetières x 69 espèces : carte du biplot cimetières et espèces

### 3.2. Séquestration du carbone en milieu urbain

La biomasse végétale totale est estimée à 9770,60 t au niveau des différents axes routiers inventoriés. La biomasse produite est plus importante au niveau de la route nationale 2 avec une biomasse épigée de 2587,07 t et une biomasse racinaire de 359,56 t que sur la route de Sindia, qui enregistre la plus faible biomasse estimée avec 10,27 t comme biomasse épigée et 2,72 t comme biomasse racinaire.

L'analyse du tableau 7 montre que les stocks de carbone les plus importants sont obtenus au niveau des trois principaux axes routiers tels que : la route nationale 2 (1473,32 t), la route GMI (556,77 t) et l'Avenue du Baol (501,27 t). Le stock de CO<sub>2</sub> total équivalent est estimé à 17929,06 Tonnes.

Tableau 7. Biomasse aérienne, souterraine et quantité de carbone séquestré au niveau des axes routiers

| Axes routiers    | Bio-masse<br>aé-<br>rienne(t) | Biomasse<br>raine (t) | Biomasse<br>souter-<br>totale (t) | Carbone stocké<br>(t) | Stock CO2 équivalent (t) |
|------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Avenue A. Fall   | 489,14                        | 82,53                 | 571,67                            | 285,84                | 1049,02                  |
| Route S. Louis   | 380,43                        | 66,09                 | 447                               | 223,26                | 819,37                   |
| RN2              | 2587,07                       | 359,56                | 2946,63                           | 1473,32               | 5407,07                  |
| Voie S. Gabriel  | 192,57                        | 36,21                 | 228,78                            | 114,39                | 419,81                   |
| Route R. Nord    | 713,25                        | 115,17                | 828,42                            | 414,21                | 1520,15                  |
| Eureka           | 59,36                         | 12,80                 | 72,16                             | 36,08                 | 132,41                   |
| A. Baol          | 865,84                        | 136,69                | 1002,53                           | 501,27                | 1839,65                  |
| Route Sindia     | 10,27                         | 2,72                  | 12,98                             | 6,49                  | 23,83                    |
| Route C.ON       | 798,77                        | 127,29                | 926,06                            | 463,03                | 1699,32                  |
| RN3              | 881,97                        | 138,94                | 1021                              | 510,45                | 1873,36                  |
| Rue H Boigny     | 514,16                        | 86,25                 | 600,41                            | 300,20                | 1101,75                  |
| Route GMI        | 963,33                        | 150,20                | 1113,53                           | 556,77                | 2043,33                  |
| Voie C. Nord     | 0                             | 0                     | 0                                 | 0                     | 0                        |
| Route F. Classée | 0                             | 0                     | 0                                 | 0                     | 0                        |
| <b>TOTAL</b>     | <b>8456,16</b>                | <b>1314,44</b>        | <b>9770,60</b>                    | <b>4885,30</b>        | <b>17929,06</b>          |

## 4. Discussion

### 4.1. Evaluation de la diversité floristique dans la ville de Thiès

L'étude de la diversité spécifique à Thiès révèle une hétérogénéité marquée selon les zones, avec des différences notables dans l'abondance relative et les indices de diversité. L'abondance est plus importante au niveau des axes routiers et des établissements scolaires, moyenne dans les concessions, et très faible dans les cimetières. Cette répartition s'explique principalement par les plantations en alignement, notamment *Khaya senegalensis*, le long des axes routiers. Toutefois, ces résultats s'écartent des travaux de Faeth *et al.* (2011) et McKinney (2008), cités par Ferland (2015), qui attribuent généralement les plus faibles abondances au cœur des villes, où le couvert végétal naturel est souvent inexistant (Aronson *et al.* 2014 ; McKinney, 2002).

Les indices de Shannon (H') et de Pielou (E) confirment cette variabilité. Les concessions enregistrent les valeurs les plus élevées (4,18 bits pour H' et 0,72 pour E), reflétant une bonne diversité spécifique due à la diversité des pratiques arboricoles et à l'introduction d'espèces exotiques. En revanche, les axes routiers, dominés par des plantations monospécifiques, affichent les indices les plus faibles (1,51 bits pour H' et 0,21 pour E). Ces observations s'alignent sur les travaux de Bouko *et al.* (2007), qui montrent que la diversité spécifique est souvent faible dans les zones fortement perturbées et élevée dans les zones stables.

Les quartiers anciens se distinguent par leur richesse spécifique (59,61 % des espèces identifiées), grâce à des pratiques arboricoles historiquement bien établies. En revanche, les quartiers modernes (36,53 %) et périurbains (53,84 %) présentent une diversité moindre, liée à un développement urbain récent et à une gestion moins rigoureuse des espaces verts. Une tendance notable est la sous-représentation des espèces indigènes, comme *Adansonia digitata* et *Ziziphus mauritania*, essentielles pour la résilience écologique, au profit d'espèces exotiques, telles que *Delonix regia* et *Ficus benjamina*, souvent privilégiées pour leurs fonctions ornementales. Ces choix arboricoles modernes, hérités des pratiques coloniales (Fall, 2021), limitent la biodiversité locale malgré leur adaptation aux conditions climatiques sévères (Chalker-Scott, 2015).

L'AFC montre également que les quartiers anciens regroupent des espèces indigènes et polyvalentes (*Adansonia digitata*, *Ziziphus mauritania*), alors que les quartiers modernes favorisent des espèces exotiques pour des raisons ornementales et fonctionnelles (*Delonix regia*, *Ficus benjamina*), d'où une dominance des espèces exotiques. Cela s'explique, d'après Fall (2021), par les vestiges de la colonisation qui ont favorisé ce déséquilibre. Selon Richardson *et al.* (2000) cités par Niang (2022), la colonisation est au cœur des premiers stades de l'invasion et comprend l'introduction et la naturalisation. Cependant, Chalker-scott (2015) cité par Faye (2021), indique que la prédominance des espèces exotiques du Sahel indique que de nombreuses espèces ligneuses exotiques sont bien adaptées aux conditions climatiques sévères de cette zone, ce qui est important dans le contexte du changement climatique.

L'analyse factorielle des correspondances (AFC) montre une corrélation claire entre la diversité spécifique et la configuration spatiale. Les quartiers anciens regroupent des espèces indigènes polyvalentes adaptées aux conditions locales, tandis que les quartiers modernes privilégient les espèces exotiques, reflétant une orientation vers des objectifs fonctionnels et esthétiques. L'hétérogénéité spécifique entre quartiers traduit également l'influence des interactions biotiques et des contraintes environnementales sur la répartition des essences, comme l'ont noté Deleglise (2011) et Kühn *et al.* (2004). Par ailleurs, la structure du paysage urbain – incluant la densité des constructions et l'occupation des sols joue un rôle clé dans la distribution des espèces (Faye *et al.*, 2021 ; Niang, 2022).

Ces résultats soulignent une richesse spécifique en milieu urbain corrélée positivement à l'hétérogénéité du paysage. Ils mettent en exergue la nécessité d'une gestion différenciée et réfléchie des formations végétales pour renforcer à la fois la diversité et la résilience écologique face aux défis climatiques et urbains.

### 4.2. Stock de carbone dans la biomasse végétale

Les arbres urbains jouent un rôle crucial dans la séquestration de carbone, avec un total estimé à 4 885,30 tonnes stockées dans la ville de Thiès. Parmi les principaux contributeurs, les axes routiers tels que la route nationale 2 (1 473,32 tonnes) et l'avenue du Baol (501,27 tonnes) se distinguent. Ces résultats démontrent que, malgré une faible diversité floristique, les plantations denses le long des voies de communication possèdent une biomasse significative, permettant un stockage de carbone élevé. Cette observation souligne l'importance stratégique des arbres d'alignement dans les politiques d'atténuation du changement climatique. Comparés aux résultats obtenus dans d'autres communes, ces chiffres marquent une différence notable. Par exemple, Diop (2022) rapporte 140,77 tonnes de carbone stocké dans les arbres urbains de la commune de Diourbel, des valeurs considérablement inférieures à celles observées à Thiès. Ces écarts pourraient s'expliquer par la densité des plantations, la taille des arbres ou encore les espèces choisies, qui influencent directement la capacité de stockage. Des études antérieures, notamment celles de Dubé *et al.* (2006) et Kouassi *et al.* (2018), confirment également une faible séquestration de carbone dans plusieurs milieux urbains, attribuée à un manque de planification stratégique et à la faible biomasse des espèces implantées.

La biomasse totale estimée à 9 770,60 tonnes (8456,16 tonnes aériennes et 1314,44 tonnes souterraines) met en évidence l'importance des arbres dans la régulation climatique et le stockage de carbone en milieu urbain. Cette capacité devrait inciter à la plantation stratégique d'espèces à forte biomasse dans les zones sous-exploitées. Les plus fortes valeurs de ces deux paramètres mesurés sur les avenues témoignent de la présence d'un nombre élevé d'individus à grands diamètres. Le potentiel de stockage de carbone des arbres en milieu urbain rend compte de la participation des arbres d'alignement de la ville de Thiès à la réduction du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) estimé à 17929,06 tonnes, l'un des gaz à effet de serre désigné comme la première cause du réchauffement climatique (GIEC, 2004).

## 5. Conclusion

En définitive, ce travail de recherche effectué dans la ville de Thiès a permis de faire une évaluation de la diversité floristique et d'estimer la séquestration de carbone dans cette zone. Les résultats de l'étude présentent une diversité floristique prometteuse, mais inégalement répartie. Les concessions au niveau des quartiers anciens concentrent la majorité des espèces, tandis que les quartiers modernes nécessitent des efforts pour enrichir la diversité floristique. Il sied de noter qu'il y a une forte diversité spécifique au niveau des concessions. En effet, les indices de Shannon H' et de Pielou J varient d'un milieu à l'autre et les valeurs les plus élevées, 4,18 bits pour H' et 0,72 pour E, ont été obtenues au niveau des concessions. La quantité de carbone séquestré reste très importante.

## Remerciement

Les auteurs remercient les populations de la ville de Thiès ainsi que la municipalité pour la collaboration saine pour permettre la récolte des données.

## Contribution des auteurs (section obligatoire)

| Rôle du contributeur     | Noms des auteurs                            |
|--------------------------|---------------------------------------------|
| Conceptualisation        | Faye Omar Cissé-Faye Papa Diène             |
| Gestion des données      | Faye Omar Cissé- Faye Omar Cissé            |
| Analyse formelle         | Faye Omar Cissé                             |
| Enquête et investigation | Faye Omar Cissé                             |
| Méthodologie             | Faye Omar Cissé-Faye Eladji                 |
| Supervision Validation   | Faye Eladji                                 |
| Écriture – Préparation   | Faye Omar Cissé                             |
| Écriture – Révision      | Faye Omar Cissé-Faye Eladji-Faye Papa Diène |

## Références

- Africa's Urbanisation Dynamics (2025). Rapport OECD [https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/support-materials/2025/03/africa-s-urbanisation-dynamics-2025\\_005a8aa0/aud-2025-webinar-presentation.pdf](https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/support-materials/2025/03/africa-s-urbanisation-dynamics-2025_005a8aa0/aud-2025-webinar-presentation.pdf)
- ANSD (2023) Rapport Etat et structuration, urbanisation et caractéristiques socioculturelles de la population [https://www.ansd.sn/sites/default/files/2024-07/RGPH-5\\_Rapport%20global-Prov-juillet2024.pdf](https://www.ansd.sn/sites/default/files/2024-07/RGPH-5_Rapport%20global-Prov-juillet2024.pdf)
- Archibald S et Bond, WJ (2003) Growing tall vs growing wide: tree architecture and allometry of Acacia karroo in forest, savanna, and arid environments. *Oikos*, 102(1) : 3–14 <https://nsojournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1034/j.1600-0706.2003.12181.x>
- Aronson MF, La Sorte FA, Nilon CH, Katti M, Goddard MA, Lepczyk, CA, Warren PS, Williams NS, Cilliers S, Clarkson B, Dobbs C, Dolan R, Hedblom M, Klotz S, Kooijmans JL, Kühn I, Macgregor-Fors I, McDonnell M, Mörtberg U, Pysek P, ... Winter M (2014) A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. *Proceedings Biological sciences*, 281(1780), 20133330 <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.3330>
- Bah AL (2021) Estimation du potentiel de séquestration de carbone à l'aide des équations allométriques multi-espèces : application aux phytocénoses de la guinée forestière (Doctoral dissertation, Université Gamal Abdel Nasser de Conakry (Guinée)). <https://theses.hal.science/tel-03666195/>
- Baobab trees. In : Malimbwi, R., Eid, T. and Chamshama, SAO editors. Allometric tree biomass and volume models in Tanzania. Morogoro : Department of forest resources assessment and management, Sokoine University of Agriculture.

- [https://www.researchgate.net/publication/303840753\\_Allometric\\_volume\\_and\\_biomass\\_models\\_in\\_Tanzania/citation/download](https://www.researchgate.net/publication/303840753_Allometric_volume_and_biomass_models_in_Tanzania/citation/download)
- Belbahar, Raouf Moncef (2021). Optimisation de la résilience de la forêt urbaine » Mémoire. Montréal (Québec), Université du Québec à Montréal, Maîtrise en informatique.
- Berman GB, Kross E, Krpan KM, Burson A, Deldin PJ, Kaplan S, Sherdell L, Gotlib IH et Jonides J (2012) Interacting with nature improves cognition and affect for individuals with depression. *Journal of Affective Disorders*, 140(3): 300-305 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22464936/>
- Bohlman S et O'Brien S (2006) Allometry, adult stature and regeneration requirement of 65 tree species on Barro Colorado Island, Panama. *Journal of Tropical Ecology*, 22(2) : 123–136 <https://www.jstor.org/stable/4091866>
- Bouko BS, Sinsin B et Soulé BG (2007) Effets de la dynamique d'occupation du sol sur la structure et la diversité floristique des forêts claires et savanes au Bénin [https://www.researchgate.net/publication/45266305\\_Effets\\_de\\_la\\_dynamique\\_d'occupation\\_du\\_sol\\_sur\\_la\\_structure\\_et\\_la\\_diversite\\_floristique\\_des\\_forets\\_claires\\_et\\_savanes\\_au\\_Benin](https://www.researchgate.net/publication/45266305_Effets_de_la_dynamique_d'occupation_du_sol_sur_la_structure_et_la_diversite_floristique_des_forets_claires_et_savanes_au_Benin)
- Braatz S. (1994) Urban forestry in developing countries : status and issues. In C. Kollin, J. Mahon et L.
- Bussières G, Brochu P, Coupal MJ, Fradette F, Francoeur P, Larivière J, Paquet B, ReyLescure  , Robert MC, Rocray P  et Sommeillier C (2009) « Foresterie urbaine » dans *Ordre des ingénieurs forestiers du Québec, Manuel de foresterie*, 2e  d. Ouvrage collectif,  ditions MultiMondes, Québec, p. 721-769.
- Cairns MA, Brown S, Helmer EH et Baumgardner GA (1997) Root biomass allocation in the world's upland forests *Oecologia*, 111 : 1-11. <https://link.springer.com/article/10.1007/s004420050201>
- Cairns, M., Brown, S., Helmer, E. Root biomass allocation in the world's upland forests. *Oecologia* **111**, 1–11 (1997). <https://doi.org/10.1007/s004420050201>
- Carreiro MM, (2008) Introduction : The Growth of Cities and Urban Forestry. pp. 3-9 In: *Ecology, Planning, and Management of Urban Forests: International Perspectives*. Carreiro, M. M. et al. (eds.), Springer, Dordrecht, Pays-Bas, 468 p. [https://www.researchgate.net/publication/227123638\\_Introduction\\_The\\_Growth\\_of\\_Cities\\_and\\_Urban\\_Forestry](https://www.researchgate.net/publication/227123638_Introduction_The_Growth_of_Cities_and_Urban_Forestry)
- Chalker-scott L (2015) Nonnative, Noninvasive Woody Species Can Enhance Urban Landscape Biodiversity. *Arboric. Urban for.* 41, 173–186 DOI : <https://doi.org/10.48044/jauf.2015.017>
- Deleglise C (2011) Hétérogénéité spatiale des composantes spécifiques et fonctionnelles des communautés prairiales subalpines dans un contexte de déprise pastorale. <https://theses.hal.science/tel-00609989v1>
- Dietze, M. C., Wolosin, M. S., & Clark, J. S. (2008). [Capturing diversity and interspecific variability in allometries: A hierarchical approach](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.07.034). *Forest Ecology and Management*, 256(11), 1939–1948. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.07.034>
- Diop, A., (2022). Evaluation de la diversité floristique dans la commune de Diourbel et estimation du taux de séquestration de carbone des arbres en alignement sur ses axes routiers. [https://biblio.uadb.edu.sn/pmb/opac\\_css/index.php?lvl=notice\\_display&id=10893](https://biblio.uadb.edu.sn/pmb/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=10893)
- DOI : <https://doi.org/10.5558/tfc79785-4>
- DOI : <https://doi.org/10.48044/jauf.2005.012>
- Donovan GH, Butry TB, Michael YL, Prestemon JP, Liebhold AM, Gatzolis D et Mao MY (2013) The relationship between trees and human health. *American Journal of Preventive Medicine*, 44(2): 139-145.
- Dubé A, Saint-Laurent D et Sen cal G (2006) Penser le renouvellement et la politique de conservation de la forêt urbaine à l'ère du réchauffement climatique, 50 p
- Dutr ve B. (1997) Etude de foresterie urbaine en zone sahélienne : Nouakchott, Mauritanie. Université Paris XII et CIRAD-Forêt, Paris. 59 p. + annexes + cartes
- Dye C (2008) Health and urban living. *Science (New York, N.Y.)*, 319(5864), 766–769. <https://doi.org/10.1126/science.1150198>
- Faeth SH, Bang C, et Saari S (2011) Urban biodiversity : patterns and mechanisms. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1223(1), 69-81. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2010.05925.x>
- Fall S. (2021) Diagnostic de la foresterie urbaine dans la commune de Malika. Mémoire pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur des Travaux des Eaux, Université Alioune Diop [https://biblio.uadb.edu.sn/pmb/opac\\_css/index.php?lvl=notice\\_display&id=10681](https://biblio.uadb.edu.sn/pmb/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=10681)
- FAO (2012) « Etude sur la foresterie urbaine et périurbaine de N'Djaména, Tchad. Rôle et place de l'arbre en milieu urbain et périurbain » Appui à la formulation d'une stratégie et d'un plan d'action de la foresterie urbaine et périurbaine à N'Djaména, République du Tchad. Document de travail sur la foresterie urbaine et périurbaine n 6, Rome, 95p. <https://www.fao.org/4/i2850fw6/i2850fw6.pdf>

- FAO (Organisation des Nations unies pour alimentation et l'agriculture) (2000) La foresterie urbaine en Amérique du Nord et ses interactions au niveau mondial. Résumé 20e session de la Commission des forêts pour l'Amérique du Nord, St-Andrews, Nouveau-Brunswick, Canada, FAO, p. 13 [En ligne]. Disponible à <http://www.fao.org/docrep/meeting/X4999f.htm>
- FAO, (2012). « Etude sur la foresterie urbaine et périurbaine de N'Djaména, Tchad. Rôle et place de l'arbre en milieu urbain et périurbain ». Appui à la formulation d'une stratégie et d'un plan d'action de la foresterie urbaine et périurbaine à N'Djaména, République du Tchad. Document de travail sur la foresterie urbaine et périurbaine n°6, Rome, 44, 53. 95p. <https://www.fao.org/4/i2850fwp6/i2850fwp6.pdf>
- Faye PD (2021) Analyse de la foresterie urbaine dans la commune de Mbour, Sénégal. 49p. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur des Travaux des Eaux et Forêts, Université Alioune Diop. [https://biblio.uadb.edu.sn/pmb/opac\\_css/index.php?lvl=notice\\_display&id=10683](https://biblio.uadb.edu.sn/pmb/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=10683)
- Ferland A (2015) La conservation de la biodiversité en milieu urbain : Comment aménager les villes du monde? Essai du double diplôme en vue de l'obtention des grades de maître en environnement et de maître en écologie internationale, 91P. [https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/8020/Ferland\\_Andreanne\\_MEnv\\_2015.pdf](https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/8020/Ferland_Andreanne_MEnv_2015.pdf)
- Frame (éds), Growing greener communities Proceedings of the sixth National Urban Forest Conference, Minneapolis, Minnesota, États-Unis, 14-18 septembre 1993, p. 85-88 American Forests, Washington, États-Unis
- Gaudreau V (2014) Sillery : 34 experts de la forêt contre le projet Woodfield. Paru dans Le Soleil. Édition du 5 février.
- GIEC (2003) Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie. Institute for Global Environmental Strategies (IGES). ISBN 92-9169-217-4. 594 p.
- GIEC (2004) Good practice guidance for land use, land use change and forestry. Hayama, Japon, intergovernmental Panel on climate Change National Greenhouse Gas Inventories Programme (2004).
- Gillig CM, Bourgerie C et Amann N (2008). L'arbre en milieu urbain : conception et réalisation de plantations. Infolio Éditions, Lullier, 216 p. <https://www.caue974.com/fr/portail/356/mediatheque/21950/l-arbre-en-milieu-urbain-conception-et-realisation-de-plantations.html>
- Gould SJ (1966) Allometry and size in ontogeny and phylogeny. Biological Reviews, 41(4) : 587–638
- Hauer RH, Brown I et Werner LP (2010) Working towards defining the Urban Forest. Proceedings of international Society of Arboriculture 86th Annual Conference. Chicago. IL, July 23-28. 36 p. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.1966.tb01624.x>
- Ikonen VP, Kellomäki S, Väisänen H et Peltola H, (2006) Modelling the distribution of diameter growth along the stem in Scots pine. Trees—Structure and Function, 20(3): 391–402. DOI : [10.1007/s00468-006-0053-7](https://doi.org/10.1007/s00468-006-0053-7)
- Jones ARC, MacArthur JD et Thompson ER (1976) Un concept de foresterie urbaine. Milieu, 12 (janvier à mars), Environnement Canada, 50 p.
- Kenney WA (2003) A strategy for Canada's urban forest. The Forestry Chronicle, 79(4) : 785-789.
- King DA (1996) Allometry and life history of tropical trees. J. Trop. Ecol., 12(1), 25-44. <https://www.jstor.org/stable/2560163>
- Kouassi JK, Kouassi HK, Kouassi HR (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. DOI : [10.4314/ijbcs.v12i4.28](https://doi.org/10.4314/ijbcs.v12i4.28)
- Labrecque M et Teodorescu TI (2005) Preliminary evaluation of living willow (Salix spp.) sound barrier along a highway in Québec, Canada. Journal of Arboriculture, 31(2) : 95-98.
- Larson PR (1963) Stem form development of forest trees. Forest Science. Monograph 5. 42 p. <https://www.sciepub.com/reference/259713>
- Lee, H., Calvin, K., Dasgupta, D., Krinner, G., Mukherji, A., Thorne, P., ... et Park, Y. (2023). Changement climatique 2023 : Rapport de synthèse, synthèse pour les décideurs. Contribution des groupes de travail I, II et III au sixième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [équipe de rédaction, h. Lee et j. Romero (éd.)]. GIEC, Genève, Suisse.
- Masota A, Zahabu E et Malimbwi R (2018) Allometric biomass and volume models in Tanzania.
- Mbow C, Verstraete MM, Sambou B, Diaw AT, Neufeldt H (2013) Allometric models for aboveground biomass in dry savanna trees of the Sudan and Sudan-Guinean ecosystems of Southern Senegal. [10.1007/s10310-013-0414-1](https://doi.org/10.1007/s10310-013-0414-1)
- McKinney ML (2002) Urbanization, biodiversity, and conservation : the impacts of urbanization on native species are poorly studied, but educating a highly urbanized human population about these impacts can greatly improve species conservation in all ecosystems. Bioscience, 52(10), 883-890. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0883:UBAC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0883:UBAC]2.0.CO;2)
- McKinney ML (2008) Effects of urbanization on species richness: a review of plants and animals. Urban ecosystems, 11, 161-176. <https://doi.org/10.1007/s11252-007-0045-4>

- Mille G, Louppe D (2015) *Mémento du Forestier Tropical*. Editions QUÆ. Versailles, France ; 1200p. [https://www.researchgate.net/publication/301895341\\_Le\\_Memento\\_du\\_forestier\\_tropical](https://www.researchgate.net/publication/301895341_Le_Memento_du_forestier_tropical)
- Miller JR (1997) *Urban forestry : Planning and management of green space*. Prentice Hall, UpperSaddle River, New Jersey, pp. 22-67.
- Moll G, Gangloff D (1987) *Foresterie urbaine aux Etats-Unis*. Revue internationale des forêts et des industries forestières. <https://www.fao.org/4/s1930f/s1930f05.htm>
- N'Zala D (2002) *L'arbre en ville, étude de foresterie urbaine à Brazzaville, Congo*. <https://www.fao.org/4/XII/0174-B5.htm>
- Nair PKR, Kumar BM et Nair VD (2009) Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 172, 10-23. <http://dx.doi.org/10.1002/jpln.200800030>
- Nations Unies (2007) *World urbanization prospects*. New York, United organization. <https://digitallibrary.un.org/record/3924741?ln=fr&v=pdf>
- Ndamiyehe JBN, Ndamiyehe EN, Habiyaemye FM et Kadiata BD (2017) *Rôle et présence et besoin d'arbres dans le paysage urbain de Kinshasa*. [https://www.researchgate.net/publication/321853512\\_ROLE\\_PRESENCE\\_ET\\_BESOIN\\_D'ARBRES\\_DANS\\_LE\\_PAYSAGE\\_URBAIN\\_DE\\_KINSHASA](https://www.researchgate.net/publication/321853512_ROLE_PRESENCE_ET_BESOIN_D'ARBRES_DANS_LE_PAYSAGE_URBAIN_DE_KINSHASA)
- Ndiaye N (2020) *Evaluation et Gestion des Ressources forestières urbaines dans la Commune de Diourbel : Opportunités et Contraintes*. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur des Travaux des Eaux et Forêts, Université Alioune Diop. [https://biblio.uadb.edu.sn/pmb/opac\\_css/index.php?lvl=notice\\_display&id=10282](https://biblio.uadb.edu.sn/pmb/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=10282)
- Ndiaye S (2012) *Rapport sur : État des lieux de l'environnement et des ressources naturelles de la communauté rurale de Sindia*. [https://www.researchgate.net/publication/287644593\\_RAPPORT\\_SUR\\_Etat\\_des\\_lieux\\_de\\_l'environnement\\_et\\_des\\_ressources\\_naturelles\\_de\\_la\\_communaute\\_rurale\\_de\\_Sindia\\_Diagnostic\\_environnemental\\_de\\_la\\_CR\\_de\\_Sindia\\_rapport\\_final\\_Rapport\\_d'etude\\_ENDA\\_GRAF\\_SAHEL](https://www.researchgate.net/publication/287644593_RAPPORT_SUR_Etat_des_lieux_de_l'environnement_et_des_ressources_naturelles_de_la_communaute_rurale_de_Sindia_Diagnostic_environnemental_de_la_CR_de_Sindia_rapport_final_Rapport_d'etude_ENDA_GRAF_SAHEL)
- Niang L (2022). *Perception locale et Diversité de la flore ligneuse dans la commune de Kolda, Sénégal*. [https://biblio.uadb.edu.sn/pmb/opac\\_css/index.php?lvl=notice\\_display&id=10912](https://biblio.uadb.edu.sn/pmb/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=10912)
- Nicolini E, Chanson B, Bonnes F (2001) Stem Growth and Epicormic Branch Formation in Understorey Beech Trees (*Fagus sylvatica* L.). *Annals of Botany* 87: 737–750. DOI : <https://doi.org/10.1006/anbo.2001.1398>
- Osseni AA, Sinsin B, Toko II (2014) *Analyse des contraintes de viabilité de la végétation urbaine : cas des arbres d'alignement dans la ville de Porto-Novo au Bénin*. [https://www.researchgate.net/publication/343450491\\_ANALYSE\\_DES\\_CONTRAINTES\\_DE\\_VIABILITE\\_DE\\_LA\\_VEGETATION\\_URBAINE\\_CAS\\_DES\\_ARBRES\\_D'ALIGNEMENT\\_DANS\\_LA\\_VILLE\\_DE\\_PORTO-NOVO\\_AU\\_BENIN](https://www.researchgate.net/publication/343450491_ANALYSE_DES_CONTRAINTES_DE_VIABILITE_DE_LA_VEGETATION_URBAINE_CAS_DES_ARBRES_D'ALIGNEMENT_DANS_LA_VILLE_DE_PORTO-NOVO_AU_BENIN)
- Ouedraogo WO, Gomgnimbou APK, Santi S, Ilboudo D et Toguyeni A (2019) *Quantification de la Biomasse et stockage du carbone du massif forestier de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts de Dindéresso province du Houet au Burkina Faso*. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 13 (7), pp. [https://www.researchgate.net/publication/338825919\\_Quantification\\_de\\_la\\_Biomasse\\_et\\_stockage\\_du\\_carbone\\_du\\_massif\\_forestier\\_de\\_l'Ecole\\_Nationale\\_des\\_Eaux\\_et\\_Forets\\_de\\_Dinderesso\\_province\\_du\\_Houet\\_a\\_Burkina\\_Faso](https://www.researchgate.net/publication/338825919_Quantification_de_la_Biomasse_et_stockage_du_carbone_du_massif_forestier_de_l'Ecole_Nationale_des_Eaux_et_Forets_de_Dinderesso_province_du_Houet_a_Burkina_Faso)
- Parsa, V. A., Salehi, E., Yavari, A. R. et van Bodegom, P. M. (2019). *Analyse des changements temporels dans la structure des forêts urbaines et de leur effet sur l'amélioration de la qualité de l'air*. *Villes et sociétés durables*, 48, 101548.
- Polorigni B, Radji R et Kokou K (2014) *Perceptions, tendances et préférences en foresterie urbaine : cas de la ville de Lomé au Togo*. *European Scientific Journal*, 10(5). DOI: <https://doi.org/10.19044/esj.2014.v10n5p%25p>
- Rao M, George LA, Rosenstiel TN, Shandas V et Dinno, A (2014) *Assesing the relationship among urban trees, nitrogen dioxide, and respiratory health*. *Environmental Pollution*, 194 : 96-104. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.07.011>
- Réseau canadien de la forêt urbaine (2009) *Définitions des forêts urbaines*. In : *Recueil des meilleures pratiques de gestion des forêts urbaines canadienne*. <https://arbrescanada.ca/ressources/recueil-des-meilleures-pratiques-de-gestion-des-forets-urbaines/1-definition-des-forets-urbaines/>
- Richardson JE, Fay MF, Cronk QC, Bowman D et Chase MW (2000) *A phylogenetic analysis of Rhamnaceae using rbcL and trnL-F plastid DNA sequences*. *American Journal of Botany*, 87(9), 1309-1324. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10991902/>
- Saint-André L, Leban JM, Houllier F et Daquitaine R (1999) *Comparaison de deux modèles de profil de tige et validation sur un échantillon indépendant. Application à l'épicéa commun dans le nord-est de la France*. *Annals of Forest Science*, 56(2) : 121–132. DOI : [10.1051/frest:19990204](https://doi.org/10.1051/frest:19990204)
- Salbitano F, Borelli S, Conigliaro M, Chen Y (2017) *Directives sur la foresterie urbaine et périurbaine*. *Études FAO : Forêts* no. 178. Rome, FAO.
- Silva MA (1997). *La signification de l'arbre pour la ville et les habitants de Genève à l'exemple de certains arbres et traditions*. DOI : <https://doi.org/10.3929/ethz-a-004260558>

- Simza D (2012) La foresterie urbaine et sa contribution à la séquestration du carbone : cas de la ville de Lomé (Togo). Mémoire de DEA de biologie de développement, Université de Lomé, 55 p.
- Szantoi Z, Escobedo F, Wagner J, Rodriguez J, Smith S (2012) Socioeconomic Factors and Urban Tree Cover Policies in a Subtropical Urban Forest. *GIScience et Remote Sensing*. 428-449. 10.2747/1548-1603.49.3.428. [https://www.researchgate.net/publication/233554192\\_Socioeconomic\\_Factors\\_and\\_Urban\\_Tree\\_Cover\\_Policies\\_in\\_a\\_Subtropical\\_Urban\\_Forest](https://www.researchgate.net/publication/233554192_Socioeconomic_Factors_and_Urban_Tree_Cover_Policies_in_a_Subtropical_Urban_Forest)
- Thioune S (2022) Analyse de la dynamique des forêts classées au Sénégal : cas de la forêt classée de Thiès. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de master en environnement et développement, Université Assane Seck de Ziguinchor, <https://rivieresdusud.uas-z.sn/handle/123456789/1787>
- Tsoumou B, Lumandé K, Kampé K et Nzila J (2016) Estimation de la quantité de Carbone séquestré par la Forêt Modèle de Dimonika (Sud-ouest de la République du Congo). *Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo*, 6, 39 – 45. DOI : <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.48399>
- UICN (1994) Putting plans into action. Report of Metropolitan Open Space Systems (MOSS) International Conference, Durban, Afrique du Sud, 9-11 février
- Ulrich RS (1984) Viewthrough a window may influence recovery from surgery. *Science*, 224 : 420-421. DOI: [10.1126/science.6143402](https://doi.org/10.1126/science.6143402)
- Valinger E (1992) Effects of thinning and nitrogen fertilization on stem growth and stem form of *Pinus sylvestris* trees. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 7(1-4): 219–228. DOI : <https://doi.org/10.1080/02827589209382714>
- Vincent Gauthray-Guyenet, Ph. D. Samuel Royer-Tardif, Ph. D., Emmanuelle Boulfroy, M. Sc., Étienne Yusufu Kachaka, Ph. D., stagiaire Mitacs David Grenier-Héon, candidat Ph. D., stagiaire Mitacs (2022). Impact des arbres en milieu urbain sur la qualité de l'air, la séquestration du carbone et la captation des eaux de pluie. [https://cerfo.qc.ca/wp-content/uploads/2023/03/Rapport\\_final\\_CERFO\\_2022-33\\_MaJ.pdf](https://cerfo.qc.ca/wp-content/uploads/2023/03/Rapport_final_CERFO_2022-33_MaJ.pdf)
- Webb R (1998) Urban and peri-urban forestry in South-East Asia : a comparative study of Hong Kong, Singapore and Kuala Lumpur. FAO, Rome.