Université Sétif 1 Ferhat Abbes
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département d'Ecologie et Environnement

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة سطيف 1 فرحات عباس
كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم البيئة والمحيط

DEPARTEMENT D'ECOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

N°……../SNV 2026

MÉMOIRE

Présenté par

KAHIA YOUSRA OUMAIMA

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Ecologie & Environnement
Spécialité : Ecologie

THÈME

Quantification du stockage de carbone des écosystèmes et de la diversité floristique dans la forêt urbaine El Maabouda

Soutenue publiquement le 28 /06/2026

Devant le Jury :

PRÉSIDENTE	**CHERMAT Sabah**	**Prof**	**UFA Sétif1**
ENCADREUR	**BELDJAZIA Amina**	**Prof**	**UFA Sétif1**
EXAMINATEUR	**BOUCHAALA Meriem**	**MCA**	**UFA Sétif1**

ANNÉE UNIVERSITAIRE : 2025/2026

Remerciements

En tout premier lieu, je remercie le bon Dieu, tout puissant, de nous avoir donné la force pour survivre, ainsi que l'audace pour dépasser toutes les difficultés.

Nous adressons nos remerciements les plus sincères à notre encadreur ***Pr. Beldjazia Amina.*** *Qui a guidé, surveillé le déroulement et l'exécution du travail de ce mémoire en nous prodiguant tout aide possible, et en nous consacrant beaucoup de son temps précieux.*

Nous vifs remerciements s'adressent à tous les membres du jury : Nous vous remercions vivement : ***Prof. CHERMAT Sabah*** *De nous avoir faire l'honneur de présider le jury de ce mémoire.*

Nous remercions notre examinateur : ***Dr. BOUCHAALA Meriem*** *Pour nous avoir fait l'honneur d'accepter d'examiner ce modeste travail.*

Nous remercions nos parents pour le soutien inconditionnel dont ils ont fait, merci pour le soutien financier, moral, psychologique et matériel. Si nous sommes ici aujourd'hui, c'est grâce à vous !

Nous adressons également nos sincères remerciements aux services de la Conservation des forêts de Sétif et la Circonscription des forets pour leur disponibilité , leur soutien et la mise à notre disposition des moyens matériels nécessaires ayant contribué à la réalisation de ce travail

Enfin, Nous remercions nos amis et camarades de promotion pour ces années passées ensemble, dans les meilleurs moments comme dans les pires.

Dédicace

Je dédie ce travail : A la bougie qui est la source de la lumière de ma vie, qui se fond toujours pour éclairer ma route, à mon cher père ***Houcine*** *je dédie ce Travail et je souhaite une longue belle vie ;*

A la fleur qui rehausse et aromatise mes jours, qui garde les nuits pour que je me rendorme, à ma très chère mère ***Razika*** *je dédie ce Travail et je lui souhaite une longue belle vie.*

A mes chers sœurs ***Maroua*** *et* ***Aya****, qui ont répand la bonne humeur et la Joie tout autour d'elles.*

Amon cher frère ***Ahmed****.*

Amon encadreur : ***Dr. Beldjazia Amina*** *les mots ne suffisent guère pour exprimes mes remerciements pour votre patience, je vous Souhaite une vie pleine de bonheur.*

*A mes collègues de la promotion de master "****Ecologie professionnelle*** *" 2025\ 2026*

A mes amies Maroua, Lina, Rania, Ikram, Ahlem, Maria, Nour, Fairouz et Rayen que j'ai vécu avec elles des beaux moments au cours de mon cursus à l'université.

الملخص

يتمثل هذا العمل الحالي في تحليل الحالة الصحية والبنية التركيبية للتشجير الحضري المعبودة، الذي يُعد جزءًا من أحد النظم البيئية المتوسطية لشمال شرق الجزائر (سطيف)، والذي يتميز بهيمنة نوعي *Pinus halepensis* Mill. و *Cupressus sempervirens* L.تتمثل المنهجية المعتمدة في جمع المعلومات على مستوى الميدان من خلال وضع ستة مقاطع عشوائية بمساحة 400 م^2 خلال فترة شهري أبريل وماي 2026، حيث تم أخذ القياسات الشجرية للأشجار، لا سيما المحيط، الارتفاع، القطر، وخصائص التيجان، بالإضافة إلى تحليل الحالة الصحية لهذه الأشجار (الأوراق، الأغصان والجذع). تم تقدير تخزين الكربون انطلاقًا من المعايير البيو مترية للأشجار وطرق التقييم المناسبة. أظهرت النتائج المتحصل عليها أن كثافة الأشجار تختلف من محطة إلى أخرى، كما تم تسجيل مظاهر للإجهاد مثل تغير لون الأوراق وانخفاض كثافة الأوراق. ويبدو أن المحطات ذات الغطاء النباتي الأكثر كثافة والبنية الغابية الأكثر استقرارًا تُظهر معدلات أعلى لعزل الكربون. تُبرز هذه الدراسة أهمية المحافظة على وإدارة المساحات الغابية الحضرية بطريقة مستدامة لتعزيز مساهمتها في عزل الكربون والحفاظ على التنوع البيولوجي

الكلمات المفتاحية: الشجرة، الغطاء الغابي الحضري، تخزين الكربون، البنية الغابية، المعبودة

Abstract

The present work consists of analyzing the health status and structure of the El Maabouda urban woodland, which is part of one of the Mediterranean ecosystems of northeastern Algeria (Setif), characterized by the dominance of *Pinus halepensis* Mill. and *Cupressus sempervirens* L. The adopted methodology consists of collecting field information through the establishment of six randomly selected plots with an area of 400 m² during the period of April and May 2026. Dendrometric measurements of trees, particularly circumference, height, diameter, and crown characteristics, were taken, as well as the health status of these trees (leaves, branches, and stem) was analyzed. Carbon storage was estimated based on tree biometric parameters and appropriate evaluation methods. The obtained results show that tree density varies from one station to another, and stress manifestations such as leaf discoloration and reduction in foliage density were recorded. It appears that stations with denser vegetation cover and more stable forest structures show higher carbon sequestration rates. This study highlights the importance of the conservation and sustainable management of urban forest areas to strengthen their contribution to carbon sequestration and biodiversity maintenance.

Keywords: Tree, Urban Forest plantation, Carbon storage, Forest structure, Al Maabouda

Résume

Le présent travail consiste à analyser l'état sanitaire et la structure du boisement urbain El Maabouda dont il fait partie de l'un des écosystèmes méditerranéens du Nord Est de l'Algérie (Sétif), caractérisant par la dominance du *Pinus halepinsis* Mill. Et *Cupressus sempervirens* L. La méthodologie adoptée consiste à collecter des informations au près du terrain à l'aide du placement de six relevés aléatoirement avec une superficie de 400 m^2 durant la période d'avril et mai 2026, dont des mesures dendrométriques des arbres, notamment la circonférence, la hauteur, le diamètre et les caractéristiques des houppiers ont été prise ainsi que l'état sanitaire de ces arbres (feuille, tronc et fruit) a été analysé. L'estimation du stockage du carbone a été estimé à partir des paramètres biométriques des arbres et des méthodes d'évaluation adaptées. Les résultats obtenus montrent que la densité des arbres se varie d'une station à l'autre, ainsi qu'on a noté des manifestations de stress comme la décoloration des feuilles et la réduction de la densité du feuillage. Il parait que les stations avec une couverture végétale plus dense et une structure forestière plus stable montrent des taux de séquestration du carbone plus importants. Cette étude met en évidence l'importance de la conservation et de la gestion durable des espaces forestiers urbains pour renforcer leur contribution à la séquestration du carbone et au maintien de la biodiversité.

Mots clés : Arbre, Boisement urbain, Stockage du carbone, Structure forestière, El Maabouda

Liste des figures

FIGURE 1 : Délimitation des parcelles dans le boisement El Maabouda……. 15

FIGURE 2 : Méthode d'échantillonnage des arbres dans les parcelles……..……15

FIGURE 3 : Mesure de la circonférence d'un arbre……...……16

FIGURE 4 : Répartition de nombre de pied d'arbre selon les stations dans le boisement El Maabouda (Sétif).……..19

FIGURE 5 : Distribution des individus selon les espèces dans le boisement El Maabouda (Sétif)……..20

FIGURE 6 : Répartition du nombre de pied d'arbres par classe de circonférence selon les stations dans le boisement El Maabouda (Sétif)…….21

FIGURE 7 : Répartition du nombre de pied d'arbres par classe de hauteur selon les stations dans le boisement El Maabouda (Sétif)……...22

FIGURE 8 : Répartition du nombre de pied d'arbres par classe de largeur de la cime selon les stations dans le boisement El Maabouda (Sétif)……..23

FIGURE 9 : Répartition de la fréquence des pieds des arbres de *Pinus halepensis* Mill selon l'état sanitaire dans les différentes stations du boisement El Maabouda (Sétif)……..24

FIGURE 10 : Répartition de la fréquence des pieds des arbres de *Cupressus sempervirens* L selon l'état sanitaire dans les différentes stations du boisement El Maabouda (Sétif)…..…...26

FIGURE 11 : Répartition de la fréquence des pieds des arbres de *Pinus halepensis* Mill selon le taux de mortalité de plus que 5% dans les différentes stations du boisement El Maabouda (Sétif)……28

FIGURE 12 : Répartition de la fréquence des pieds des arbres de *Cupressus sempervirens* L. selon le taux de mortalité de plus que 5% dans les différentes stations du boisement El Maabouda (Sétif)…….…..29

FIGURE 13 : Répartition de la fréquence des pieds des arbres de *Pinus halepensis* Mill selon la coloration anormal des feuilles de plus que 5% dans les différentes stations du boisement El Maabouda (Sétif)……...30

FIGURE 14 : Répartition de la fréquence des pieds des arbres de *Cupressus sempervirens* selon la coloration anormale des feuilles plus que 5% dans les différentes stations du boisement El Maabouda (Sétif)…….32

FIGURE 15 : Répartition de la fréquence des pieds des arbres de *Pinus halepensis* Mill selon la mortalité au A3 et A4 du houppier dans les différentes stations du boisement El Maabouda (Sétif)……34

FIGURE 16 : Répartition de la fréquence des pieds des arbres de *Cupressus sempervirens* L. selon la mortalité au A3 et A4 du houppier dans les différentes stations du boisement El Maabouda (Sétif)……..……35

FIGURE 17 : Répartition de la fréquence des pieds des arbres de *Pinus halepensis* Mill la présence de 2ème houppier dans les différentes stations du boisement El Maabouda (Sétif)……..……..37

FIGURE 18 : Variation du taux de stockage du carbone QCO_2 (t eqCO_2/ha) selon les stations dans le boisement El Maabouda (Sétif)……....38

Liste des tableaux

TABLEAU 01 : Essences utilisées dans le boisement urbain en Algérie (cas de la wilaya de Sétif) ……08

TABLEAU 02 : Les cinq classes sanitaires du protocole DEPEFEU (Nageleisen, 2000) …..17

TABLEAU 03 : Les niveaux de visibilité utilisés pour le houppier évaluable……17

Les abréviations

DEPEFEU : Dépérissement d'essence feuilllues.

GPS : Global Positioning System.

CO^2 : Dioxyde de carbone.

DBH : Diameter at Breast Height (Diamètre à 1,30 m du sol).

SIG : Système d'Information Géographique.

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.

ICP : Forests International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests.

tC : Tonne de carbone.

tMS : Tonne de matière sèche.

t eqCO_2 : Tonne équivalent CO_2.

Sommaire

Remerciements

Dédicace

Résumé

Listes des figures

Liste des tableaux

Introduction…….1

Chapitre 1 : Synthés bibliographique……3

1 L'arbre dans le milieu urbain……..……3

1.1 L'importance des arbres dans la ville…….....…….3

1.2. Les services écosystémiques fourni par l'arbre urbain…….....……..4

1.3 L'objectif des arbres en ville……...……5

2. Les essences utilisées lors des boisements urbain en Algérie……7

3 La structure des forêts urbaines……..…….....……9

3.1 Définition de la structure des forêts urbaines …….9

3.2 La structure verticale ou stratification verticale des forêts urbaines…….....…9

4. La structure horizontale ou organisation spatiale …….10

5. Les paramètres de structure les plus importants …….....…...11

5.1 Densité végétale……..11

5.2 La couverture du couvert végétal correspond à la canopée……11

5.3 Composition floristique……...…...…11

5.4 Le diamètre des arbres et estimation de l'âge des arbres……11

6. Gestion, suivi et diagnostic de l'état sanitaire des arbres en milieu urbain…….....….11

Chapitre 2 : Matériel et méthodes

1**.** Description du site d'étude……..….14

2. Matériel de travail ……..….14

3. Méthodologie…….…..14

3.1 Choix des parcelles……....15

3.2 Choix des individus ……..15

3.3 Mesures des paramètres dendrométrique ……16

a. Mesure de la circonférence à 1.30 m du sol ……..16

b. Mesure de la hauteur des arbres …….……..16

c. Mesure de largeur de couronne ……..……..16

3.4 Evaluation de l'état sanitaire du boisement ……..16

3.5 Estimation de la quantité de carbone stockée dans un arbre à partir de calculs de biomasse……18

3.6 Traitement des données ……18

Chapitre 3 : Résultats et discussion……..……19

1. Caractéristiques dendrométriques des arbres.....19

1.1 Distribution de la densité des arbres ……19

1.2 Distribution des circonférences des arbres ……..……21

1.3 Distribution de la hauteur des arbres ……..…….22

1.4 Distribution de la largeur de la cime ……...…….23

2. Estimation de l'état sanitaire des arbres …….……..23

2.1L'état de l'arbre ……....23

2.2Mortalité des arbres ……..27

2.3 Les feuilles ……..30

2.4 La visibilité …….33

2.5 Mortalité des axes A3/A4 ……33

2.6 Présence des gourmandes…….36

2.7 Présence de 2éme houppier …….……..36

3. Estimation du carbone …….38

Discussion générale ……39

Conclusion ……..41

Références bibliographiques ……42

Introduction

Introduction

Les forêts méditerranéennes couvrent environ 8 millions d'hectares (94% de la superficie forestière mondiale) et sont constituées d'une mosaïque d'essences forestières (Mugnossa et *al.*,2000). Cependant, les forêts et les arbres jouent un rôle fondamental dans la régulation du climat planétaire. En absorbant le dioxyde de carbone (CO_2) de l'atmosphère via la photosynthèse et en le stockant durablement dans leur biomasse (tronc, branches, racines et sol), ils constituent l'un des puits de carbone naturels les plus efficaces. Ce processus représente un levier majeur dans l'atténuation du changement climatique (Woodwell Climate Research Center, 2024).

Dans ce contexte, la mesure précise de la quantité de carbone stockée dans les arbres devient indispensable pour évaluer le bilan carbone des écosystèmes forestiers et orienter les politiques de préservation et de restauration. Par ailleurs, dans les régions méditerranéennes, les formations forestières urbaines sont souvent constituées d'espèces résineuses adaptées aux conditions environnementales difficiles comme *Pinus halepensis* Mill et *Cupressus sempervirens*. Les pins sont les espèces d'arbres les plus communément plantées à cause de leur croissance rapide, de leur résistance aux conditions les plus xériques, de leur aptitude à reconstituer les zones dégradées et à occuper les terrains nus (Zavala et Zea, 2004). Le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) est l'une des essences les plus répandues dans la région méditerranéenne, couvrant plus de 25.000 km^2 des formations forestières dans les régions arides, semi-arides et subhumides (Quézel, 2000).

De plus, Le cyprès *(Cupressus sempervirens* L.) constitue également une essence résineuse importante dans les régions méditerranéennes. Grâce à sa grande résistance aux conditions climatiques défavorables, notamment la sécheresse et les fortes variations thermiques, il est largement utilisé dans les reboisements, les aménagements paysagers et les espaces verts urbains (Caudullo et *al*., 2017).

Le boisement urbain d'El Maabouda à *Pinus halepensis* Mill. Et *Cupressus sempervirens* L. se situe dans la ville de Sétif (nord Est de l'Algerie) offrant l'un des espaces verts les plus importants dans le milieu urbain. Il présente un intérêt écologique nécessitant une évaluation de son potentiel en matière de stockage du carbone et de son état structural et sanitaire afin d'apporter des informations importantes sur le fonctionnement écologique de cet écosystème et sur sa capacité à contribuer aux services écosystémiques. Dans ce contexte, cette étude vise plus précisément à caractériser la structure des peuplements forestiers étudiés à travers l'analyse de sa densité et des paramètres dendrométriques des

arbres ; ainsi que l'estimation du stockage de carbone de ce peuplement à partir des caractéristiques des arbres étudiés.

De ce fait le mémoire est structuré en trois chapitres essentiels dont le premier chapitre s'articule à une synthèse bibliographique, le deuxième chapitre présente le matériel et la méthodologie utilisée, et le dernier chapitre présente les principaux résultats et leurs discussions.