

CARACTERISTIQUES STRUCTURALES DE CHENE VERT (*QUERCUS ILEX* L.) DE LA FORET DE CHETTABA

ZERROUKI Alia^{1,3}, KARA Karima², RACHED-KANOUNI Malika^{1,3}, REDJAIMIA Lilia³,
TOUAFCHIA Boutheyna^{1,3}, ABABSA Labeled³, RAHAB Rabah^{1,3}

¹Laboratoire des substances naturelles, biomolécules et applications biotechnologiques

³Département des Sciences de la Nature et de la Vie, Faculté de Sciences Exactes et Sciences de la Nature et de la Vie, Université Larbi Ben M'Hidi, Oum El Bouaghi, Algérie.

²Département de Biologie et d'Écologie Végétale, Université des Frères Mentouri, Constantine/ Algérie.

Résumé

La présente étude vise à caractériser la végétation ligneuse dumassif forestier de Chettaba sur le plan de sa composition floristique et de sa structure. Les données ont été collectées au moyen des relevés floristiques, de mesure du diamètre à 1,30 m pour les arbres et par le comptage des individus à diamètre < 5 cm dans quatre parcelles de 30 m x 30 m (900 m²). Les indices de diversité ont été calculés sur la base des fréquences spécifiques. Les paramètres dendrométriques et indices de diversité calculés varient d'une parcelle à l'autre. Ainsi, la densité varie de 444 à 1067 individus/ha, la surface terrière de 5,30 à 18,12 m² / ha, la hauteur moyenne de 3,82 à 6,47 m, le volume totale est de 13,14 à 79,44 m³/ha. L'indice de Shannon varie de 0,38 à 0,99 bits et celui de Pielou de 0,29 à 0,55 bits, traduisant ainsi une diversité ligneuse globalement faible. Le chêne vert avec une valeur d'IVI élevée est considéré comme une espèce principale. Ces données viennent compléter et affiner la connaissance de cette phytodiversité forestière, base indispensable pour l'élaboration des plans d'aménagement en vue d'une gestion durable.

Mots clés : *Quercus ilex*, paramètres dendrométriques, indices de diversité et Chettaba.

Abstract

The present study aims to characterize the ligneous vegetation of the forest massif of Chettaba in terms of its floristic composition and its structure. The data was collected by means of floristic surveys, measuring the diameter at 1.30 m for trees and by counting individuals with a diameter < 5 cm in four plots of 30m x 30m (900 m²). Diversity indices were calculated based on specific frequencies. The dendrometric parameters and calculated diversity indices vary from one plot to another. Thus, the density varies from 444 to 1067 individuals/ha, the basal area from 5.30 to 18.12 m²/ha, the average height from 3.82 to 6.47m, the total volume is from 13.14 to 79.44 m³/ha. The Shannon index varies from 0.38 to 0.99 bits and that of Pielou from 0.29 to 0.55 bits, thus reflecting a generally low woody diversity. Holm oak with a high IVI value is considered a main species. These data complete and refine the knowledge of this forest phytodiversity, an essential basis for the development of management plans for sustainable management.

Key words: *Quercus ilex*, dendrometric parameters, diversity indices and Chettaba.

Introduction

Dans le monde, les forêts couvrent environ 4 milliards d'hectares, soit 31% de la superficie totale des terres. Mais ces dernières, ont subi des modifications importantes concernant leur composition et leur qualité [1]. En Afrique, les forêts La dégradation du couvert végétal naturel, qui se traduit par une réduction de la biomasse ou un déclin de la couverture végétale naturelle, constitue une préoccupation environnementale urgente qui menace la biodiversité et peut entraîner une dégradation des sols [6].

Les systèmes forestiers d'Algérie sont caractérisés par leur grande diversité tant paysagère, écosystémique que spécifique et ils contribuent au maintien d'un certain équilibre fonctionnel et des services écosystémiques [7].

Le genre *Quercus* est l'un des genres forestiers les plus riches en espèces. Il regroupe plusieurs essences ligneuses des zones tempérées et méditerranéennes, d'Amérique, d'Europe et aussi d'Asie, parmi lesquelles se trouvent certaines espèces à forte importance économique [8;9]. Dans le bassin méditerranéen et au Moyen-Orient, le chêne vert est présent sur une vaste zone qui s'étend sur 6000 km en longueur [10], du Portugal à la Syrie, et sur 1500 km en latitude, du Maroc et de l'Algérie à la France. Il a souvent été considéré comme une plante méditerranéenne typique en raison son caractère persistant, ses feuilles sclérophylles et sa résistance à la sécheresse [11]. En Algérie, les chênes représentent un capital forestier d'environ 40 % de la forêt algérienne [12]. Le chêne vert apparaît à partir de 400 m au-dessus du niveau de la mer et monte jusqu'à 1700 m dans les Aurès [13 ; 14 ; 15]. Les forêts Afin de mieux comprendre la dégradation des écosystèmes, qui est à la fois naturelle et anthropique, l'étude de la végétation semble très appropriée.

En effet, la flore et la végétation d'une région sont le résultat d'un long processus

constituent un réservoir de biodiversité et jouent un rôle fondamental dans la satisfaction des besoins de base des communautés locales [2; 3; 4]. Ces ressources sont qualifiées de biens publics classés dans la catégorie des biens communs [5 ; 4].

de sélection naturelle sous l'action des conditions climatiques, édaphiques et topographiques, sans oublier les activités anthropiques [18;19; 20]. Une connaissance précise des ressources forestières existantes, ainsi que de leur évolution doit porter sur la composition floristique, sur la structure et sur la régénération des espèces de valeur, d'où la nécessité de réaliser un inventaire forestier qui fait l'objectif de ce travail. Ce dernier aide à collecter des informations sur les caractéristiques dendrométriques des ressources ligneuses (hauteur, diamètre, surface terrière...) et les relations quantitatives entre elles. Ceci permettra de prendre soin de cette formation forestière en considérant tous les écosystèmes qui lui sont liés et en étudiant différentes alternatives de développement et de conservation de toutes les espèces forestières qui se trouvent dans la forêt de Chettaba, ce qui contribuerait à la protection de cette dernière.

Matériel et méthodes

Présentation de la zone d'étude

La forêt domaniale de Chettaba appartient au bassin versant de KébirRhumel, elle est située au sud-ouest de Constantine, au sud d'Ibn Ziad, au nord d'Ain Smara et à l'est d'Oued Athmania. La zone d'étude est localisée sur la carte topographique de Constantine à l'échelle 1/200.000 feuille N° 17 et plus ou moins située entre les coordonnées 36° 18', 36° 21' de latitude nord et 6° 26', 6° 30' de longitude est (Figure 1).

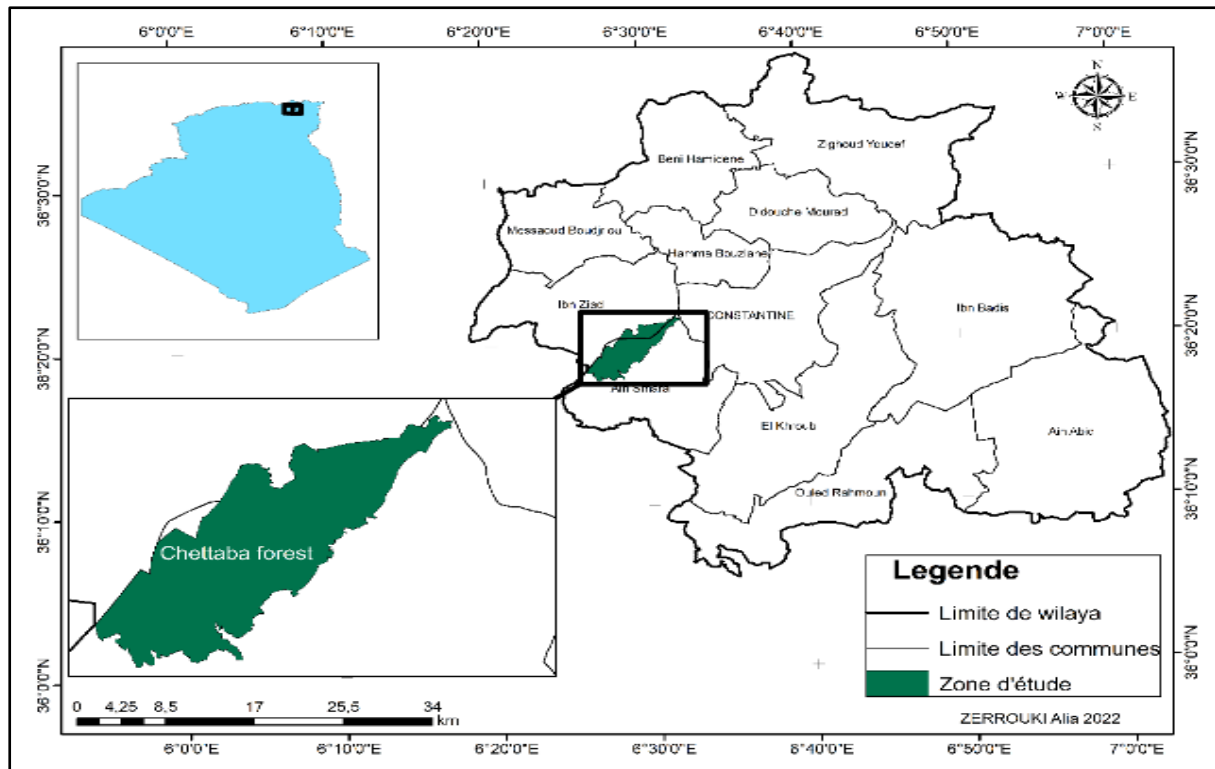


Fig. 1- Situation géographique de la forêt de Chettaba (Zerrouki, 2022).

Délimitation des parcelles d'étude

La méthode retenue pour la collecte des données floristiques et dendrométriques est celle de l'échantillonnage à surface variable développée par Whittaker (1965) modifiée par Stohlgren et al. en 1995 [21 ;22]. Il s'agit d'une méthode d'inventaire basée sur une parcelle carrée de 30 m x 30 m, soit une aire de relevée de 900 m² [23]. Dans le cadre de cette étude, quatre parcelles de chêne vert ont été échantillonnées (Figure 2).

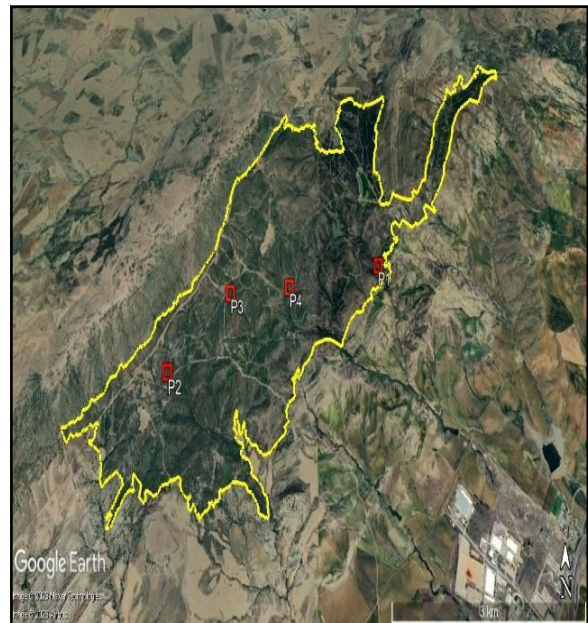


Fig.2- Carte représentant les parcelles d'étude (Google Earth Pro).

Dans chaque parcelle, un comptage exhaustif de tous les individus de chaque parcelle a été réalisé. Pour chaque individu, les mesures ont porté sur la hauteur totale pour établir la structure de la population, le diamètre des ligneux de $dbh > 2,5\text{cm}$ est mesuré à 1,30m au-dessus du sol pour estimer la surface terrière. Les données obtenues ont été introduites dans le tableur Excel, ce qui nous a permis de déterminer les caractéristiques écologiques et la structure de la population naturelle de *Quercus ilex*. Les formules des paramètres étudiés sont:

- Densité moyenne (N) en tiges / ha :

$$N = \frac{n}{s} [24].$$

n étant le nombre d'individus inventoriés dans la placette, s la superficie de la placette en hectare (N/ha).

- Surface terrière (G) en m^2 :

$$G = \frac{\pi}{4s} \sum_{i=1}^n d_i^2 [25].$$

S étant la superficie en ha de la placette, di le diamètre en cm de la tige i du ligneux et d est le diamètre de l'arbre à 1,30 m du sol.

- Le volume de bois fourni par la végétation dans une surface donnée. Il est donné par la formule de Dawkins (1959) :

$$V = \sum vi = [Gi * Hi] * 0.53 [26].$$

Gi surface terrière de chaque individu i (m^3/ha), Hi : hauteur totale de l'arbre en mètre.

- La valeur d'importance d'une espèce (IVI) a été estimée par :

$$IVI = (Fr + Ar + Dr) [27].$$

Fr est la fréquence relative de l'espèce, Ar est la densité relative (nombre d'individu/ha) de l'espèce et Dr sa dominance relative se rapportant ici à la surface terrière des espèces. IV est un indice quantitatif permettant d'identifier les espèces écologiquement importantes dans

une communauté végétale [28]. Il varie de 0 (absence de dominance) à 300 (monodominance).

La détermination de la diversité floristique a été faite par l'estimateur des indices de diversité de Shannon [29], de Simpson [30] et de Pielou[31].

Tableau 1:Indices de diversité.

Indice	Mesure de la diversité
Richesse spécifique: $RS = \sum_{i=1}^K Si$	Horizontale
Indice de Shannon: $H = \sum_{i=1}^K Pi \times \ln Pi$	Horizontale
Indice de Simpson: $D = 1 - \sum_{i=1}^s Pi^2$	Horizontale
Indice de Pielou: $E = \frac{H}{\ln S}$	Distribution spatiale

- Le taux de régénération (TR) du peuplement est calculé par le rapport en pourcentage entre l'effectif total des jeunes plants (diamètre inférieur à 2,5 cm) et l'effectif total du peuplement [32].

$$TR (\%) = R / N$$

R nombre d'individus de régénération, N effectif initial d'arbres dans la parcelle.

Suivant l'échelle de Roth [32] :

- $TR \geq 1000 \%$ correspond à une très bonne régénération ;
- $300 \% \leq TR < 1000 \%$: bonne régénération ;
- $100 \% \leq TR < 300 \%$: régénération moyenne ;
- $TR < 100 \%$: faible régénération

- Le taux de mortalité est donné par le rapport en pourcentage entre l'effectif des individus morts sur pieds ou abattus et l'effectif total du peuplement[33].

$$T_m (\%) = m / N$$

m effectif d'arbres morts; N effectif initial d'arbres dans la parcelle.

Résultats et discussion

L'inventaire de la forêt de Chettaba a permis de mettre en évidence six espèces, dont *Quercus ilex* est l'espèce dominante dans les parcelles d'étude. Ces espèces ligneuses sont *Quercus ilex*, *Pinus halepensis* Mill., *Phillyrea angustifolia* L., *Juniperus oxycedrus* L., *Calycotome spinosa* (L.) Link. et *Pistacia lentiscus* L., réparties en 5 familles (Fagaceae, Pinaceae, Oleaceae, Fabaceae et Anacardiaceae). Pour chaque parcelle, les résultats des différentes caractéristiques sont mentionnés dans le tableau 1.

D'une manière générale, les paramètres dendrométriques reflètent la croissance des arbres. Cette dernière peut être considérée comme la résultante du potentiel physiologique déterminé génétiquement et la réponse aux conditions de l'environnement correspondant à la plasticité phénotypique [34]. Le tableau 2 récapitule les principales caractéristiques dendrométriques des arbres échantillonnés de la zone d'étude.

La notion de densité de peuplement est une notion dynamique. Elle est modifiée au cours des années par la mort naturelle de certains arbres ou artificiellement par l'action de l'homme [35]. Dans toutes les parcelles de la forêt de Chettaba, la densité observée est de 2833 pieds/ha. Elle est plus élevée dans P1 avec 1067 pieds/ha suivi par la parcelle P3 avec 722 pieds/ha. La densité des ligneux (différentes espèces confondues) au niveau de la forêt de Chettaba est plus importante à celle de la forêt de Sidi R'Ghies qui est de 360 à 440 pieds/ha [36]. Cette observation se traduit par une distribution en agrégats de la

végétation ; avec la présence tantôt d'endroits très clairsemés, tantôt d'endroits où les individus sont en bosquets [25].

Le diamètre et la hauteur des arbres sont des paramètres plus faciles à mesurer ; ils renseignent sur la croissance, la qualité, et l'état d'un peuplement et indirectement, sur l'âge des arbres. Le diamètre et la hauteur moyenne des arbres sont de l'ordre de $12,5 \pm 2,82$ cm et $4,77 \pm 1,19$ m. Cette différence de valeurs de hauteurs est significative entre les parcelles ($p < 0,000$). Le peuplement de P1 présente les plus faibles valeurs de diamètre moyen et de la hauteur moyenne qui sont respectivement $9,33 \pm 3,00$ cm et $3,82 \pm 0,86$ m ; alors que le peuplement P3 enregistre les plus grandes valeurs ($15,84 \pm 8,35$ cm et $6,47 \pm 2,55$ m). Une faible densité des individus favorise l'interception de la lumière et la croissance des arbres en diamètre comme c'est le cas des peuplements de P3 alors qu'une forte densité des individus (P1), accentue le phénomène de compétition et freine la croissance en diamètre des arbres. Cette faible représentabilité des individus de faible diamètre et de hauteur dans les différentes formations végétales pourrait constituer un espoir d'une possible reconstitution de la végétation si elles sont gérées de façon efficiente et durable [37]. Dans ce cas, le diamètre moyen est supérieure à celui obtenu dans la forêt de Sidi R'Ghies à Oum el Bouaghi située au nord-est de l'Algérie [36]. Ce résultat pourrait s'expliquer par la différence entre les conditions stationnelles des forêts. Parmi ces conditions qu'influence la croissance diamétrale sont l'abondance d'alimentation en eau, les sols profonds et la température de l'air. L'effet de la profondeur du sol, de son humidité et de son contenu en sodium et potassium a été signalé par Vasquez [38].

Toutes les parcelles présentent des coefficients d'élancement compris entre 39,97 et 44,94% donc inférieur à 100, cela signifie que ces peuplements sont stables et réguliers [39].

Tableau 1: Composition floristique des parcelles étudiées.

Parcelle	Famille	Espèce	Nom scientifique	N/ha	Nt/ha
P1	Fagaceae	Chêne vert	<i>Q. ilex</i>	967	1067
	Pinaceae	Pin d'Alep	<i>P. halepensis</i>	56	
	Cuperssacea	Genévrier oxycèdre	<i>J. oxycedrus</i>	33	
	Oleaceae	Filaria	<i>P. angustifolia</i>	11	
P2	Fagaceae	Chêne vert	<i>Q. ilex</i>	534	600
	Pinaceae	Pin d'Alep	<i>P. halepensis</i>	33	
	Fabaceae	Calicotome	<i>C. spinosa</i>	11	
	Cuperssacea	Genévrier oxycèdre	<i>J. oxycedrus</i>	11	
	Oleaceae	Filaria	<i>P. angustifolia</i>	11	
P3	Fagaceae	Chêne vert	<i>Q. ilex</i>	522	722
	Pinaceae	Pin d'Alep	<i>P. halepensis</i>	67	
	Cuperssacea	Genévrier oxycèdre	<i>J. oxycedrus</i>	56	
	Oleaceae	Filaria	<i>P. angustifolia</i>	44	
	Fabaceae	Calicotome	<i>C. spinosa</i>	22	
	Anacardiaceae	Pistachier lentisque	<i>P. lentiscus</i>	11	
P4	Fagaceae	Chêne vert	<i>Q. ilex</i>	400	444
	Pinaceae	Pin d'Alep	<i>P. halepensis</i>	33	
	Cuperssacea	Genévrier oxycèdre	<i>J. oxycedrus</i>	11	

Tableau 2: Caractéristiques dendrométriques des arbres.

Parcelle	N (ha)	D (cm)	H (m)	H/D	G (m ²)	V (m ³)
P1	1067	9,33±3,00	3,82±0,86 ^c	43,59±14,44	0,08±0,06	0,18±0,16
P2	600	13,58±7,00	4,75±2,02	40,34±18,86	0,20±0,20	0,66±1,03
P3	722	15,84±8,35	6,47±2,55	44,94±17,22	0,28±0,31	1,22±1,77
P4	444	11,28±5,03	4,05±1,61	39,97±17,38	0,13±0,12	0,33±0,37

La parcelle P4 avec un coefficient d'élancement avoisinant le 39,97 représente le peuplement le plus stable, le plus résistant au vent, à la neige et aux chablis avec un fort pouvoir compétiteur [40].

La surface terrière moyenne et le volume moyen dépendants du diamètre moyen et de la densité des ligneux [41]; elle est très faible pour ces formations végétales. En effet, les valeurs les plus élevées sont obtenues pour le peuplement de P3 (0,28 m²/ha ; 1,22 m³/ha) et les plus faibles dans le peuplement P1 (0,08±0,06 m²/ha et 0,18±0,16 m³/ha). Ceci peut s'expliquer par le type de formation végétale (arborée et forêt claire), par la pression anthropique et par la distance entre les individus des

espèces (une répartition agrégative). Ces peuplements sont caractérisés par une forte densité et de faibles valeurs de surface terrière qui s'explique par l'effet compétitif entre les arbres [42].

À partir de la fréquence relative; la dominance relative et l'abondance relative, l'indice de valeur d'importance est calculé pour déterminer l'essence principale. L'indice des valeurs d'importance révèle que l'espèce la plus importante est *Quercus ilex* avec un IVI total de 187,60%. Les autres espèces recensées ne se considèrent pas comme des essences principales puisque leur IVI est compris entre 42,60% et 6,10% (Tableau 3).

Tableau 3:IVI des espèces inventoriées dans la forêt de Chettaba.

Espèce	Ar	Dr	Fr	IVI
<i>Q. ilex</i>	85,5	79,8	22,2	187,6
<i>P.</i>	6,67	0,44	16,6	23,78
<i>J. oxycedrus</i>	3,92	1,43	22,2	27,57
<i>P. halepensis</i>	2,33	18,0	22,2	42,60
<i>P. lentiscus</i>	1,16	0,06	11,1	12,34
<i>C. spinosa</i>	0,39	0,16	5,56	6,10
Somme	100	100	100	300

La proportion d'espèces implique la valeur d'importance par espèce, ce qui peut entraîner la nécessité de gérer un grand nombre de valeurs dans des peuplements très divers. Par conséquent, lorsque les mélanges comprennent plus de deux ou trois espèces, les indices qui résument la composition des espèces sont souvent préférés [41].

La diversité des espèces au sein de ces 4 parcelles d'étude varie d'une parcelle à l'autre. L'espèce *Q. ilex* est écologiquement présente dans les 4 parcelles (218 individus, soit 85,53%). La richesse spécifique varie de 3 dans la parcelle 4 à 6 dans P3, cette dernière étant, par définition, plus riche. L'indice de Shannon et Weaver (H) augmente avec l'augmentation du nombre d'espèces et l'uniformité des individus par espèce (Tableau 4).

Tableau 4:Indices de diversité

Parcelle	RS	H	E	D	F
P1	4	0,40	0,29	0,17	0,53
P2	5	0,48	0,30	0,20	0,75
P3	6	0,99	0,55	0,46	0,90
P4	3	0,38	0,34	0,18	0,43

Dans la parcelle 3 comportant respectivement 6 espèces, l'indice atteint le maximum tandis que dans la parcelle 4, comportant 3 espèces, on trouve la valeur la plus faible. L'indice de Shannon est souvent accompagné de l'indice d'équité de Pielou (1966), appelé également indice d'équirépartition [43]. Les valeurs d'IVI sont inférieures à 0,55

indiquant que les parcs étudiés ont relativement une diversité faible.

La régénération naturelle, fondement de la dynamique et de la démographie des populations végétales, assure la pérennité des espèces au sein de l'écosystème par le renouvellement des individus [44]. Le taux de régénération varie de 40,23 à 219,15 % dans les parcelles d'étude (Tableau 5). En moyenne, le taux de régénération est égal à 139,49 %. En se référant à l'échelle de Roth [32], qui représentent des taux des régénérations élevés avoisinant les 160% ce qui très proche d'une bonne régénération [45]. Le taux de régénération de parcelles 1 et 4 de chêne vert est inférieur à 100%; on note une difficulté de régénération (faible régénération) au sein de ces parcelles. Le taux de régénération de parcelles 2 et 3 est supérieur à 200%, ce qui signifie que la régénération est bonne.

Tableau 5:Taux de régénération dans les parcelles échantillonnées.

Parcelles	N/ha	TR (%)
P1	389	40
P2	1089	204
P3	1144	219
P4	378	94

En général, la mortalité des arbres est faible dans les différentes parcelles (Tableau 6). En général, la mortalité dans un jeune peuplement est très élevée en raison de la concurrence, elle diminue avec l'âge croissant des peuplements par auto-éclaircissement, et enfin, elle augmente de nouveau lorsque le peuplement est vieux [46].

Tableau 6: Taux de mortalité des parcelles

Parcelle	Tm (%)	Etats
P1	5,75	Morts sur pieds.
P4	8,33	
P2	4,17	Chablis
P3	0,00	Aucun signe de mortalité



Fig. 2- Arbres morts sur pieds dans le site d'étude (Zerrouki, 2021)

Conclusion

L'étude phytoécologique et structurale de la forêt Chettaba a permis de connaître la diversité des groupements végétaux de cet écosystème ainsi que la présence d'espèces menacées qu'il convient de protéger. Il ressort de cette étude que les caractéristiques dendrométriques ont des variations hautement significatives. Ces variations sont en relation avec la densité des peuplements, les conditions écologiques et l'intensité des perturbations de l'habitat. La structure des peuplements montre une prédominance des individus jeunes aussi bien pour les classes de diamètre que de hauteur. Cette structure des formations végétales pourrait constituer un espoir d'une possible reconstitution de la végétation si elles sont gérées de façon efficiente et durable. Les parcelles présentent des diversités variables. Ces diversités sont globalement faibles, avec une dominance de chêne vert.

Références bibliographiques

[1] FAO. : Situation des forêts du monde. Rome ; 2011 ; 176 p.

[2] Agbo I. R., Missihoun A. A., Vihotogbe R., Assogbadjo E. A., Ahanhanzo C., Agbangla C. : Impacts des usages traditionnels sur la vulnérabilité de *Detariummicrocarpum* Guill. & Perr. (Caesalpiniaceae) dans le district phytogéographique Zou au Bénin (en Afrique de l'Ouest). *International Journal of Biological and Chemical Sciences* ; 2017 ; 11(2): 730-743. Doi: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i2.16>

[3] Yedomonhan H., Adomou A. C., Aguessy M., Bossou F. G. : Evaluation des caractéristiques ethnobotaniques et structurales de *Nesogordoniakabingaensis* (K. Schum.) Capuron ex R. Germ. (Sterculiaceae) dans la forêt sacrée d'Ewè au Bénin en vue de la définition des stratégies de sa conservation. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* ; 2017 ; 11(5): 2481-2494. Doi: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i5.42>

[4] Bérimame B., Kouami K., Nadédjo B., Dabitora K., Ayitre A., Macomba B. A., Georges A. A.: Étude ethnobotanique d'espèces ligneuses des savanes sèches au Nord-Togo: diversité, usages, importance et vulnérabilité. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment* ;2018; 22(3):152-171.

URL:<https://popups.uliege.be:443/17804507/index.php?id=16487>

[5] Yelkouni M.: Gestion d'une ressource naturelle et action collective : le cas de la forêt de Tiogo au Burkina Faso. Thèse de doctorat: Université d'Auvergne, Clermont-Ferrand (France): 2012.

[6] Yengoh, G. T., Dent, D., Olsson, L., Tengberg, A. E., & Tucker III, C. J. : Use of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to assess Land degradation at multiple scales: current status, future trends, and practical considerations. Springer ; 2015.

[7] Dahmani-Megrerouche. M.: État des connaissances sur les systèmes forestiers d'Algérie/State of knowledge on forest systems in Algeria. *EcologiaMediterranea*; 2018; 44(2), 111-117.

- [8] Louni D. : Les forêts algériennes. *Forêt méditerranéenne*; 1994 ; 15 (1) : 59-63.
- [9] Touafchia B., rached-Kanouni M., Kadi Z., Redjaimia L., Zerrouki A., Ababsa L.: Structure et regeneration de chenezeen (*quercus canariensis*willd., 1809) de la foret d'OuledBechih (souk ahras - algerie). *Revue des BioRessources* ;2022 ; 12 (1) : 73- 86.
- [10] Debazac E.,F.: Temperate, broad-leaved evergreen forests of the Mediterranean region and Middle East. In: Ovington JD (ed) Temperate broad-leaved evergreen forests. *Elsevier*, Amsterdam; 1983; 107-123
- [11] Rodà, F., Gracia, C. A., Lange, C. L., Caldwell, M. M., Heldmaier, G., Bellot, J., Lange, O. L. (Eds.).: *Ecology of Mediterranean evergreen oak forests* (Vol. 37). Springer Science & Business Media. 1999.
- [12] Alatou D., Younsi S., Chouiel M., Kanouni M., Benderradji M.: Annales de la Recherche Forestière en Algérie.2007 ; 1 : 48–63 .
- [13] W. Derbal W., Zerizer A., Gérard J., Guibal D.: Bois et Forêts des Tropiques ; 2015 ; 325 : 59–70.
- [14] Boukhelkhal M., Moulai-Mostefa N.: Physicochemical characterization of starch isolated from soft acorns of holm oak (*Quercus ilex* subsp. *ballota* (Desf.) Samp. grown in Algeria. *Journal of Food Measurement and Characterization* ; 2017 ; 11(4) : 1995-2005.
- [15] Zerrouki A., Rached-Kanouni M.,Redjaimia L., Kara K., Touafchia B., Ababsa L. : Evaluation de l'état sanitaire de la chêne vert (*quercus ilex* l., 1753) de la foret de Chettaba(Constantine). *Revue des BioRessources* ; 2022 ; 12 (1) : 23 - 35.
- [16] Dahmani-Megrerouche. M.: The holm-oak (*Quercus rotundifolia*) in Algeria: climate–vegetation relations. *Phytocoenologia*; 2002; 32:129–141.DOI: 10.1127/0340-269X/2002/0032-0129
- [17] HadjadjAoual. S.: Effet des facteurs environnementaux sur les premiers stades de la régénération naturelle de *Tetraclinis articulata* (Vahl, Master) en Oranie (Algérie). *EcolMedit*; 2009; 35: 20 – 31.
- [18] Adedire M.O., sustain J. : Environmental implications of tropical deforestation. *Dev. World Ecol* ; 2002 ; 9: 33-40.
- [19] Orthmann B. : Vegetation ecology of a woodland savanna mosaic in central Benin (West Africa): Ecosystem analysis with a focus on the impact of selective logging, Dissertation, University of Rostock ; 2005 ; 148.
- [20] Parmentier I., Stevart T., Hardy O. J. : The inselberg flora of Atlantic Central Africa. Determinants of species assemblages. *Journal of biogeography*, 32: 685 – 696, 2005.
- [21] Stohlgren T.J., Falkner M.B., et Schell L.D.: A modified-Whittaker nested vegetation sampling method. *Vegetatio*; 1995; 4: 1-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/BF00045503>
- [22] Kagambega, F. W., Kadeba, A., Zampaligre, N., Zongo, B., Sawadogo, L., et Boussim, J. I.: Influence de l'anthropisation sur la structure de quatre espèces utilitaires dans le Chantier d'Aménagement Forestier de Cassou, Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*; 2019; 13(6): 2666-2682.
- [23] Zerrouki, A., Redjaimia, L., Kara, K., Rached-Kanouni, M., Touafchia, B., Missaoui, K, et Boudraa, A.,E.,H. Tree canopy defoliation and correlation with dendrometric study of holm oak of the Chettaba forest. *Asia Life Science* ; 2022 ;12, (11) : 1635-1635.
- [24] Robisoa. M., Rajoelison. G., Rabenilalana. M., et Rakoto. H.: Définition d'un état zéro et mise en place d'un système de suivi écologique permanent de l'Arboretum de la station forestière de Mandraka. Centre for development and environment (cde). ESAPP Eastern and Southern Africa Partnership Program; 2008; 82.
- [25] Ngom. D., Fall. T., Sarr. O., Diatta. S., Akpo. L. E.: Caractéristiques écologiques du peuplement ligneux de la réserve de

biosphère du Ferlo (Nord Sénégal). *Journal of Applied Biosciences*; 2013, pp: 65.

[26] Dawkins H.C.: The management of naturel tropical high-forest with special reference to Uganda. Imp. For. Paper 34, Oxford, Angleterre; 1959:55.

[27] Curtis. J.T., Macintosh. R.P.: Les interrelations des certaines analyses phytosociologiques analytiques et synthétiques personnages. *Écologie*; 1950; 31 : 435-55

[28] Adomou, A. C., Mama, A., Missikpode, R., et Sinsin, B.: Cartographie et caractérisation floristique de la forêt marécageuse de Lokoli (Bénin). *International Journal of biological and chemical sciences*; 2009; 3(3).

[29] Grall. J., et Hily C.: Traitement des données stationnelles (faune). *Fichetechnique*; 2003; 12. (<http://www.ifremer.fr/rebent/>).

[30] Gray. J. S., Aschan. M., Carr. M. R., Clarke. K. R., Pearson. R. H. G. H., Rosenberg. R., et Warwick R. M.: Analysis of community attributes of the benthic amcrofauna of Frierfjord/Langesundfjord and in a mesocosm experiment. *Marine Ecology Progress Series*; 1988; 46: 151-165.

[31] Pielou. E. C.: An introduction to Mathematical Ecology (Witley-Interscienceed.). *New York: Witley-Interscience*; 1969.

[32] Rothe. P.L.: Régénération en forêt tropicale. Le Dipterocarpusdrey (Dau) sur le versant Cambridgien du Golf de Siam, Bois et forêt des tropiques Madagascar. 1964.

[33] Koulibaly. A., Kouamé. N'F., Traoré. D., Polembski. S.: Structure et régénération de la vegetation ligneuse, le long de transects forêts-savanes, dans la région de la réserve de Lamto (Côte d'Ivoire). *Annales de Botanique de l'Afrique de l'Ouest*; 2010; 06 : 56- 72.

[34] Ennoui. H., et Sahli. A.: Contribution à l'étude des paramètres dendrométriques et à la cartographie des peuplements relictuels d'une espèce septentrionale rare au Maroc: *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. BOIS

&FORETS DES TROPIQUES; 2021; 349, 25-39.

[35] Alteyrac. J.: Influence de la densité de peuplement et de la hauteur dans l'arbre sur les propriétés physico-mécaniques du bois d'épinette noire (*Picea mariana* (Mill.) BSP) (Doctoral dissertation, Université Laval); 2005.

[36] Rached-kanouni. m., Kara. k., Khammar. h., Ababsa. l.: floristic diversity and demographic structure of the sidir'ghies forest, north-eastern of algeria. *Biodiversitas*; 2020; 21(3): 1980-1988. <https://biodiversitas.mipa.uns.ac.id/d/d2003.htm>. doi: 10.13057/biodiv/d21030

[37] Kombate. B., Dourma. M., Folega. F., Woegan. A. Y., Wala. K., & Akpagana. K. : (Structure et potentiel de séquestration de carbone des formations boisées du Plateau Akposso en zone sub-humide au Togo. *Afrique Science* ; 2019 ; 15(2), 70-79.

[38] Vasquez. Y., Pereira. H., Tapias. R., Gonzalez. A., Andivia. E., Martin. D.: Análisis de la influencia de parámetros edáficos y climáticos en el crecimiento del alcornoque en un área dehesa de Huelva (España). «Actas de la II Reunión sobre Suelos Forestales». *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For*; 2008; 25: 431-437.

[39] Massenet. J. Hauteur des arbres. *Lycée forestier – Château de Mesnières*; 2011; 25.

[40] Alatou H., Rached-Kanouni M., Alatou D.: Etude de la viabilité de quelques espèces feuillues de l'arboretum de Draa naga (Constantine, Algérie). *Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology CIRS* ; 2018 ; (3): 3261-3274.

[41] Zerrouki. A., Kara. K., Redjaimia. L., Rached-Kanouni. M.: Floristic diversity and structural characterization of the forest of Chettaba (Algeria). *Geolinks conference, Online Conference, on Environmental Science, 17-18 May 2021, Plovdiv, Bulgaria*; 2021; 99-104, DOI : [10.32008/GEOLINKS2021/B2/V3/12](https://doi.org/10.32008/GEOLINKS2021/B2/V3/12)

[42] Sarmoum. M., Navarro-Cerrillo. R. M., Guibal. F., et Abdoun. F.: Structure, Tree Growth and Dynamics of

CedrusatlanticaManetti Forests in Theniet El Had National Park (NW Algeria). *Open Journal of Ecology*; 2018; 8(8), 432-446.

[43] Blondel. J.: *Biogéographie et écologie*. Ed. Masson, Paris, 1979.173.

[44]Puig. H., Forget. P. M., et Sist. P. : Dissémination et régénération de quelques arbres en forêt tropicale guyanaise. *Bulletin de la Société Botanique de France. Actualités Botaniques* ; 1989 ; 136(3-4) : 119-131. DOI:

10.1080/01811789.1989.10826964.

[45] Rajoelison. G., Rabenilalana. F., Rakoto H.: *Suivi écologique et analyse socio économique d'un aménagement participatif de bassin versant dans la zone de Mandraka –Madagascar, Rapport final*; 2008; 70.

[46]Etzold. S., Wunder. J., Braun. S., Rohner. B., Bigler. C., Abegg. M., et Rigling. A. : 3.6 Mortalité des arbres forestiers: causes et tendances ; 2016.

Barmo. S., Amani. A., Soumana. I., Ichaou. A., Karim. S., et Mahamane. A.: *Structure et diversité des parcs agroforestiers adjacents à la forêt protégée de Baban Rafi, Niger-Afrique de l'Ouest. Afrique Science*; 2019; 15(2), 166-185.