

STRUCTURE ET REGENERATION DU CHENE AFARES (*Quercus afares*, pomel) DANS LA FORET DE ZOUAGHA

CHOUITER N^{1,2}., RACHED-KANOUNI M^{1,2}., BENOUMELDJADJ M^{2,3}., ABABSA L².

¹Laboratoire des substances naturelles, des biomolécules et des applications biotechnologiques.

²Université Larbi Ben M'Hidi, Oum El Bouaghi, Algérie.

³AUTES research Laboratory, Salah Bounider University, Constantine 3, Algeria

²Larbi Ben M'Hidi University, Oum El Bouaghi, Algeria

Résumé : L'établissement et l'interprétation des structures en diamètre et en hauteur sont cruciaux pour la prise de décisions en matière d'aménagement forestier. Cette étude a pour objectif de décrire la structure en diamètre et la distribution spatiale des populations de chêne afarès (*Quercus afares*) dans la forêt domaniale de Zouagha (Mila). La compréhension de ces paramètres constitue une étape essentielle pour une gestion durable de ces ressources. Le diamètre à 1,30 m du sol ainsi que la hauteur totale des individus ont été mesurés dans quatre parcelles du *Quercus afares* ayant une superficie de 900m². Les paramètres dendrométriques calculés varient d'une parcelle à l'autre. La valeur la plus élevée de la surface terrière a été observée dans les peuplements de la parcelle 2 (36,13±1,65 m² /ha), tandis que les valeurs les plus faibles sont présentes dans la parcelle 1. Les diamètres moyens oscillent autour de 39,97 ± 22,33 cm pour la parcelle 2. Les hauteurs totales les plus élevées des arbres sont enregistrées dans la parcelle 4 (8,38 ± 2,87 m). La régénération naturelle se révèle faible, atteignant 70,64 %. L'analyse des structures en diamètre et en hauteur révèle une prédominance d'individus jeunes et de faibles diamètres, avec des hauteurs moyennes. Ces résultats fournissent une base de données précieuse, contribuant ainsi à l'amélioration et à la gestion durable du *Quercus afares* dans la forêt de Zouagha.

Mots clés : *Quercus afares*, régénération, structure de diamètre, structure en hauteur et Zouagha.

Structure and regeneration of African oak (*Quercus afares*, Pomel) in the Zouagha Forest

Abstract: Establishing and interpreting diameter and height structures are crucial for forest management decisions. The aim of this study is to describe the diameter structure and spatial distribution of *Quercus afares* populations in the Zouagha forest (Mila). Understanding these parameters is an essential step towards sustainable management of these resources. The diameter at 1.30 m from the ground and the total height of individuals were measured in four plots (900 m²) of *Quercus afares*. The dendrometric parameters calculated varied from plot to plot. The highest basal area value was observed in the stands of plot 2 (36.13±1.65 m² /ha), while the lowest values were found in plot 1. Average diameters hovered around 39.97 ± 22.33 cm for plot 2. The highest total tree heights were recorded in plot 4 (8.38 ± 2.87 m). Natural regeneration was low, at 70.64%. Analysis of diameter and height structures reveals a predominance of young, small-diameter trees with average heights. These results provide a valuable database, contributing to the improvement and sustainable management of *Quercus afares* in the Zouagha forest.

Key words: *Quercus afares*, regeneration, diameter structure, height structure and Zouagha.

INTRODUCTION

Les forêts jouent un rôle crucial dans le maintien de la vie sur la planète [1]. Elles interviennent dans la régulation des systèmes climatiques mondiaux et régionaux [2]. Elles se composent d'un mélange d'espèces forestières, principalement des arbres à feuilles caduques (environ 60 %) [3]. Certaines de ces forêts ont une importance écologique fondamentale. L'Algérie dispose d'une ressource forestière caractérisée par une grande diversité de conditions méditerranéennes, allant des climats humides aux climats sahariens. Malgré cette diversité, les forêts algériennes sont dominées par un

nombre restreint d'espèces, dont certaines sont fortement spécifiques à cette région [4]. Les chênes sont particulièrement présents dans les paysages méditerranéens, avec des chênes à feuilles caduques dans les zones humides et des chênes sclérophylles dans les zones légèrement moins humides. Ils représentent presque 40 % des forêts algériennes et jouent un rôle essentiel sur les plans écologique, économique et social [5].

Il est crucial d'étudier les caractéristiques structurelles et écologiques des forêts pour assurer une gestion durable et éclairer les décisions de planification. En effet, la

manière dont les arbres sont disposés dans l'espace définit la structure spatiale d'une peuplade forestière. La répartition spatiale d'une espèce donne des indications sur son occupation de l'espace et peut fournir des informations sur les mécanismes de dispersion des graines et les préférences d'habitat [6]. Elle offre également des éclairages sur la biologie de l'espèce et sa manière d'utiliser les ressources de la forêt. Cette distribution spatiale influe notamment sur l'environnement immédiat de chaque arbre et, par conséquent, sur les conditions de croissance [7]. Ainsi, l'analyse de la structure spatiale se révèle être une approche significative, servant d'étape préliminaire à l'étude, à la description et à la modélisation de la dynamique des peuplements forestiers [8]. L'objectif principal de cette étude est d'examiner la structure démographique et la régénération des populations du chêne afarés (*Quercus afares*) dans la forêt de Zouagha, une étape cruciale dans le processus de gestion durable.

MATERIEL ET METHODES

Description de la Zone d'Étude

La forêt de Zouagha se trouve dans le nord-est de la wilaya de Mila, elle est bordée par l'Oued El Kabir, au sud par les localités de Chigara, Terrai Bainen, Arres et

Tassala Lemtai, en amont du lac Béni Haroune (Grarem Gouga). Au nord, elle est délimitée par la crête de la chaîne de Zouagha et marque la frontière entre Jijel et Mila, ses coordonnées géographiques s'étendent entre 6°9'15,52" Est et 36°34'38,90" Nord (Figure 1). Elle couvre une superficie totale de 3915,52 hectares et est divisée en cinq cantons distincts, dont les principaux sont El Bahloul, Beni Afek, Bouzourane, Djbel Arres et Megulet.

Les températures moyennes en été oscillent entre 25°C et 35°C, tandis que les températures moyennes en hiver varient de 8°C à 12°C. Les précipitations sont relativement abondantes, avec une moyenne annuelle d'environ 700 mm. Les pluies sont concentrées en automne et en hiver, avec des épisodes de fortes pluies occasionnelles. Les mois les plus pluvieux sont novembre, décembre et janvier. La forêt de Zouagha est composée d'espèces indigènes, y compris *Juniperus phoenicea*, *Juniperus soxycedrus*, *Pistacia atlantica* et *Olea europaea* et des peuplements plantés avec les principales espèces comprennent *Q. suber*, *Q. canariensis* et *Q. afares* accompagnées par *Cistus* sp., *Lavandula* sp., *Thymus* sp., *Rosmarinus officinalis*, *Erica* sp. et *Genista* sp.

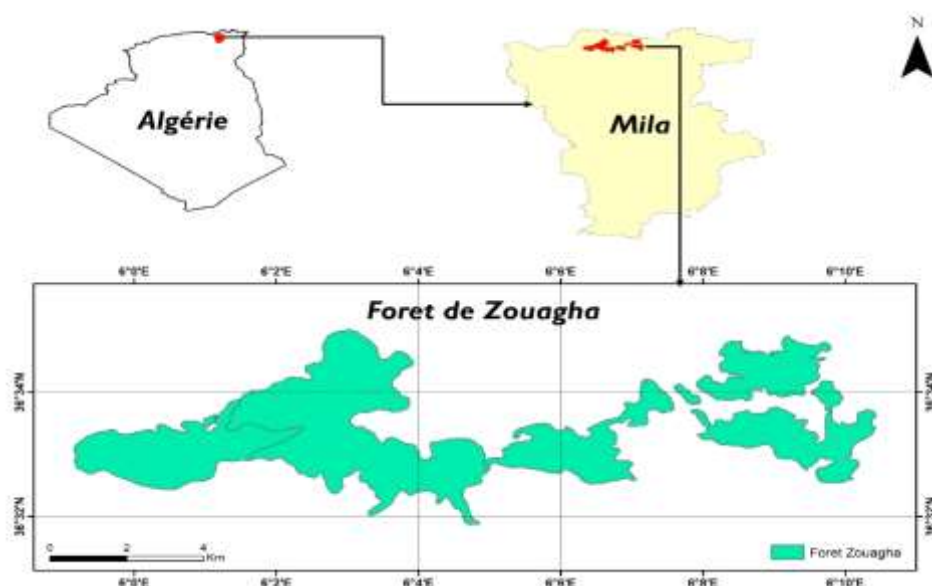


Figure 1. Situation géographique de la zone d'étude forêt de Zouagha.

Choix des parcelles d'étude

Quatre parcelles du *Quercus afares* sont sélectionnées de manière aléatoire, ayant une surface équivalente de 900m² (30m x 30m). À l'intérieur de chaque parcelle, tous les individus de cette espèce sont recensés. Étant donné que l'étude se concentre sur ces parcelles de 900m², il est préférable de mener un inventaire exhaustif. Celui-ci consiste en un décompte complet des tiges par classe de diamètre [9]. Ce type d'inventaire est le plus courant est considéré comme suffisamment précis pour les principales variables dendrométriques [10]. Dans chaque petite parcelle, les paramètres suivants sont pris en compte : le diamètre des arbres est mesuré sur l'écorce à hauteur de poitrine (1,30 m) et la hauteur totale (Ht) est définie comme la longueur de la ligne droite reliant la base de l'arbre à l'extrémité du bourgeon terminal de la tige. De plus, les coordonnées géographiques (longitude et latitude) de chaque parcelle ont été enregistrées à l'aide d'un Système de Positionnement Global (GPS).

Caractéristiques structurales du peuplement du *Quercus afares*

Les paramètres structuraux retenus pour l'étude du peuplement du *Quercus afares*

sont la hauteur totale, le diamètre, la densité et la surface terrière. Les formules suivantes ont été utilisées pour le calcul de ces paramètres dendrométriques.

La densité (N/ha) est le nombre moyen d'arbres sur pied ramené à l'hectare. Elle est donnée par la formule suivante :

$$N = n/s$$

n : nombre d'arbres de la placette

s : surface de la placette (en ha)

La surface terrière (G) en m²/ha, est la somme des sections transversales à 1,30 m de hauteur du sol, de tous les arbres de la placette.

$$G = 4s \sum di^2 \quad i=1$$

di : diamètre (cm) de l'arbre i de la placette

s : superficie de la placette

Structure démographique du *Q. afares*

La structure du *Quercus afares* a été analysée sur la base de la distribution des arbres en classes de diamètre et de hauteur.

RESULTATS

Paramètres dendrométriques du *Q. afares*

Les caractéristiques dendrométriques sont des indicateurs majeurs pour mesurer l'évolution qualitative et quantitative des peuplements forestiers [11]. La surface terrière est un critère permettant de juger l'état d'une essence dans un peuplement, les surfaces terrières les plus importantes sont observées dans les peuplements des parcelles 2 et 3 qui sont 36,13 ± 1,65m²/ha et 34,69 ± 1,72 m²/ha respectivement, alors que

les faibles valeurs s'observent dans la parcelle 1 (25,74 ± 1,12 m²/ha). Les valeurs moyennes de diamètre oscillent de 39,97 ± 22,33 cm pour la parcelle 2 (Tableau 1). Les valeurs les plus élevées de la hauteur totale des arbres sont obtenus dans la parcelle 4 (8,38 ± 2,87 m). Nos résultats révèlent que les arbres à petits diamètres sont observés dans les parcelles 1, 2 et 4. Cette observation s'explique par la prédominance des individus dans le stade juvénile dans ces peuplements

Tableau 1. Paramètres dendrométriques des parcelles d'études de la forêt de Zouagha.

Parcelles	H(m)	D (cm)	G (m ² /h)
P1	7,70 ±2,52	31,36 ±17,70	25,74 ± 1,12
P2	7,94 ±2,16	39,97 ±22,33	36,13 ±1,65
P3	7,78 ±2,19	37,91± 21,90	34,69 ±1,72
P4	8,38 ±2,87	36,94 ±21,03	31,13 ±1,42

Etude de la régénération du *Q.afares*

La régénération est le fondement de la sylviculture. Le *Quercus afares* se régénère naturellement par le biais de semis, de rejets de souches et de drageons, ainsi que par une régénération assistée [12]. Les peuplements du *Quercus afares* matures assurent leur propre régénération à partir de leurs propres graines. Dans le contexte de la régénération assistée, on sélectionne préalablement des arbres d'élite en tant que sources de

semences, présentant des critères intrinsèques et extrinsèques ainsi qu'une bonne adaptation à leur environnement. La régénération naturelle se réfère au stade de plantule, où les jeunes plants n'ont pas encore dépassé la strate herbacée et mesurent entre 20 et 30 cm de hauteur. Les individus de cette strate ont été dénombrés dans quatre parcelles de la forêt de Zouagha. La densité de régénération varie de 222 à 256 individus par hectare dans les quatre parcelles présentées dans le tableau 2.

Tableau 2. Taux de régénération dans les parcelles étudiées.

Parcelles	(N/ha)	(n/ha)	TR (%)
P1	256	188	73,43
P2	222	166	74,77
P3	223	155	69,50
P4	222	144	64,86

Nous notons, cependant, une forte densité (soit 188 semis/ha) dans la placette P1. Cette différence de densité peut être due à l'influence des caractéristiques pédologiques sur la dynamique du *Quercus afares*. En générale, la régénération naturelle dans le massif forestier de Zouagha est faible, elle est de 70,64%

semis/ha. La différence de densité ainsi constatée entre les parcelles serait liée à l'insuffisance de la lumière qui entraverait la survie de l'espèce dans le sous-bois [13]. De plus, l'espèce a un faible pouvoir de rejet, de sorte que la destruction de la partie aérienne (par les feux ou par les animaux) entraîne la mort chez la plupart des individus de l'espèce [14].

Structure démographique

Le diamètre des arbres est considéré comme un élément global permettant de décrire les caractéristiques structurelles et démographiques d'une population d'arbres en forêt. En effet, la répartition des diamètres des arbres reflète indirectement la répartition des âges, fournissant des

informations sur la configuration et l'évolution des populations. Les diamètres des arbres échantillonnés sont représentés dans la figure 2. La majorité des arbres du *Quercus afares* se trouve dans la classe 2 [20-40 cm], avec un pourcentage de 47,61 %. En deuxième position, la classe 1 [0-20

cm] compte un taux de 30,95 %. En troisième place, la classe 3 [40-60 cm] représente 17,85 %, et en quatrième position, la classe 4 (>60 cm) correspond à 3,57 %. On observe une prédominance

d'individus jeunes et de faibles diamètres au sein de ces populations, phénomène expliqué par les caractéristiques écologiques et climatiques propres à cette région.

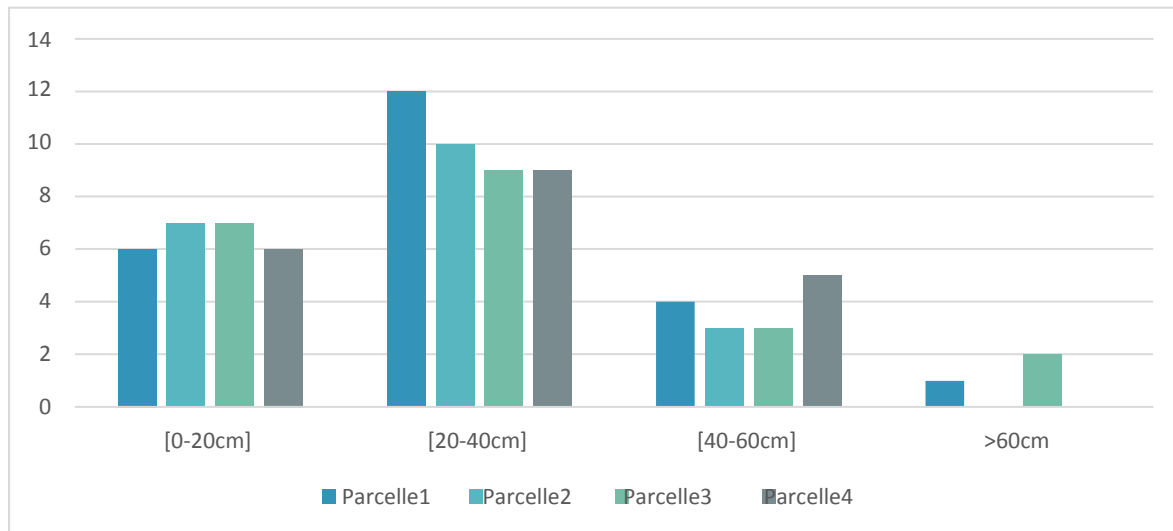


Figure 2. Structure en diamètre du *Quercus afares*.

La distribution en hauteur de la population du *Quercus afares* dans les différentes parcelles étudiées de la forêt de Zouagha sont présentées dans la figure 3. La majorité des individus du *Quercus afares*

appartiennent à la classe 2 [5-10m] avec un taux de 44,04 %. En deuxième place la classes 3 [10-15m] avec un taux de 33,33%. En troisième position la classe 1 [0-5m] de 20,38% et en quatrième position la classe 4 (>15 m) de 2,38%.

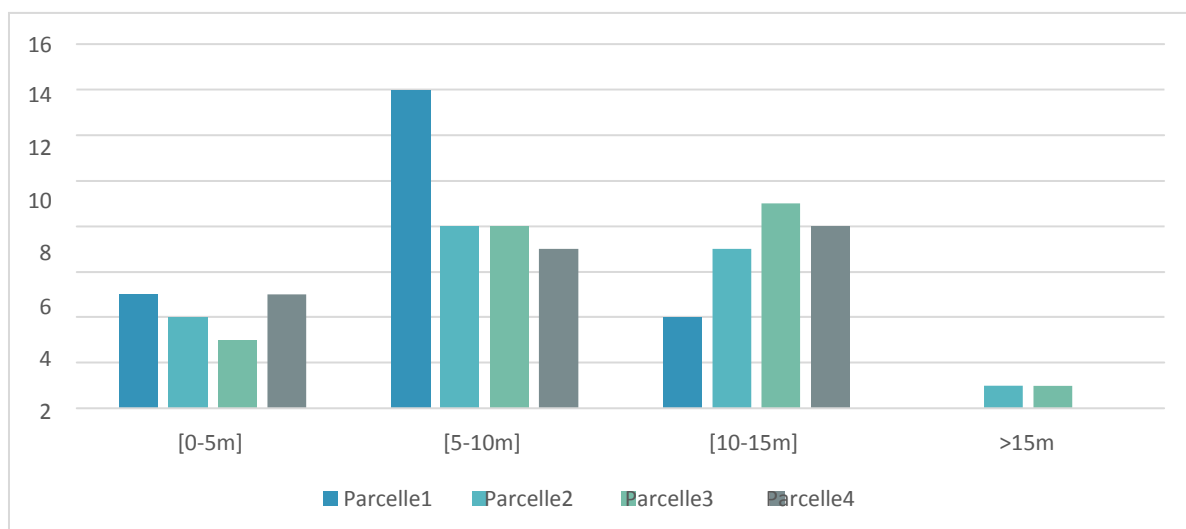


Figure 3. Structure en hauteur du *Quercus afares*.

DISCUSSION

L'analyse de la structure démographique du chêne afares (*Quercus afares*) dans la forêt de Zouagha repose sur la répartition des individus ligneux en classes de diamètre et de hauteur. Les paramètres dendrométriques jouent un rôle crucial dans l'écosystème de cette espèce, offrant des indications essentielles sur sa santé et sa dynamique. Le diamètre moyen présente une variabilité de $31,36 \pm 17,70$ à $39,97 \pm 22,33$ cm, avec les valeurs les plus élevées enregistrées dans la parcelle 2. La hauteur moyenne des arbres varie de $7,70 \pm 2,52$ à $8,38 \pm 2,87$, la parcelle 4 affichant la hauteur maximale. La surface terrière, indicateur crucial de l'état d'une espèce dans un peuplement, atteint son apogée dans la parcelle 2 ($36,13 \text{ m}^2/\text{ha}$) et la parcelle 3 ($34,69 \text{ m}^2/\text{ha}$), tandis que la parcelle 1 présente la surface terrière minimale ($25,74 \text{ m}^2/\text{ha}$). Ces données révèlent des disparités notables dans la structure démographique du *Quercus afares* entre différentes parcelles, notamment en ce qui concerne le diamètre moyen, la hauteur moyenne et la surface terrière. Les arbres de faible diamètre sont principalement concentrés dans les parcelles 1, 2 et 4, suggérant une prédominance d'individus au stade juvénile dans ces peuplements. Ces variations peuvent refléter des différences dans les conditions environnementales et la dynamique de croissance de cette espèce [15].

La structure en diamètre et en hauteur des arbres du *Quercus afares* nous offre un aperçu de la distribution des âges au sein de la population et des conditions environnementales spécifiques à la région. En ce qui concerne la structure en diamètre, la majorité des individus se trouvent dans la classe 2 (2 0-40 cm de diamètre), représentant 47,61% de la population. Les classes 1 (0-20 cm) et 3 (40-60 cm) comptent pour 30,95% et 17,85%, respectivement, tandis que la classe 4 (>60 cm) ne représente que 3,57%. Cela indique une prédominance d'individus jeunes et de faibles diamètres, probablement due aux

La régénération naturelle est un aspect clé de la gestion forestière, et elle est cruciale pour la pérennité des peuplements forestiers du *Quercus afares*. Cette régénération peut se produire de manière naturelle ou être assistée. La densité de régénération varie de 222 à 256 individus par hectare dans les quatre parcelles étudiées, avec la placette P1 présentant la plus forte densité (256 semis par hectare). Le taux de régénération, exprimé en pourcentage, varie de 64,86% à 74,77% dans les différentes parcelles. La densité la plus élevée étant observée dans la parcelle 1, ce qui pourrait être attribué aux caractéristiques pédologiques spécifiques de cette parcelle. Cependant, dans l'ensemble, la régénération naturelle dans la forêt de Zouagha est relativement faible, avec une moyenne de 70,64% de semis par hectare. La différence de densité ainsi constatée entre les parcelles serait liée à l'insuffisance de la lumière qui entraverait la survie de l'espèce dans le sous-bois [16]. De plus, l'espèce a un faible pouvoir de rejet, de sorte que la destruction de la partie aérienne (par les feux ou par les animaux) entraîne la mort chez la plupart des individus de l'espèce [17].

caractéristiques écologiques et climatiques spécifiques de la région. En ce qui concerne la structure en hauteur, la classe 2 (5-10 m de hauteur) prédomine, avec 44,04% des individus, suivie de la classe 3 (10-15 m) à 33,33%. Les classes 1 (0-5 m) et 4 (>15 m) représentent respectivement 20,38% et 2,38% de la population. Cette structure en hauteur révèle également une prédominance d'arbres de petite à moyenne taille. En somme, l'analyse de la structure démographique du *Quercus afares* dans la forêt de Zouagha met en lumière des variations importantes dans la taille et la répartition des arbres, ainsi que des défis liés

à la régénération naturelle de l'espèce. Ces informations sont essentielles pour la

gestion forestière et la conservation de cette précieuse ressource naturelle.

CONCLUSION

La présente étude a permis de comparer les paramètres dendrométriques et structuraux du *Quercus afares* de la forêt naturelle Zouagha. La structure du *Quercus afares* et de sa régénération contribuent à une meilleure connaissance de sa viabilité dans ce massif forestier. Une telle étude constitue un préalable fondamental à l'élaboration de stratégies de conservation et de gestion durable. 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. Cette forêt est caractérisée par un peuplement du *Quercus afares* à une prédominance d'individus de faible diamètre, ce qui traduit une régénération moyenne de l'espèce. Enfin cet état constituera une base de données pour le suivi de cette espèce et sa conservation.

Références bibliographiques

[1] Myers N., 1996. The world's forests: Problems and potentials. *Environmental Conservation*, 23: 156-168.

[2] Gedney N., Valdes P. J., 2000. The effect of deforestation on the northern hemisphere circulation and climate. *Geophysical Research Letters*, 27: 3053-3056.

[3] Mugnossa G., Scarascia Oswald H., Piussi P., Radaglou K., 2000. Forests of the Mediterranean region: Gaps in knowledge and research needs. *For. Ecol. Manag.*, 132: 97-109.

[4] Rached-Kanouni M., Sakr S., Alatou D., 2012. Morphological and physiological responses of seedlings of cork oak to high temperature. *International journal of advanced scientific and technical research*, 2(4):742-749.

[5] Sarir R., Benmahioul B., 2017. Etude comparative de la croissance végétative et du développement de jeunes semis de trois espèces de chênes (chêne vert, chêne liège et chêne zéen) cultivés en pépinière. *Agriculture and Forestry Journal*, 1(1): 42-48.

[6] Comita L.S., Condit R., Hubbell S.P., 2007. Developmental changes in habitat Associations of tropical trees. *Journal of Ecology*, 95:482-492.

[7] Gossner M. M., Lewinsohn T. M., Kahl T., Grassein F., Boch S., Prati D., Allan E., 2016. Land-use intensification causes multitrophic homogenization of grass land communities. *Nature*, 540:266-269.

[8] Nishimura S., Yoneda T., Fujii S., Mukhtar E., Kanzaki M., 2008. Spatial pattern and habitat associations of Fagaceae in a hill dipterocarp forest in Ulu Gadut, West Sumatra. *Journal of Tropical Ecology*, 24 :535-550.

[9] Kemadjou M., 2011. Dynamique forestière post-exploitation industrielle : Cas de la forêt dense semi-décidue de Mbalmayo au sud Cameroun. Université de Yaoundé I, p10-13.

[10] Zerrouki A., Kara K., Redjaimia L., Rached-Kanouni M., 2021. 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.

- [11] Hamidou A., Habou R., Abdoulaye D., Boube M., Ali M., Ronald B., 2017. Structure démographique et répartition spatiale des populations de *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst dans les secteurs sahéliens du Niger. *Bois et forêts tropicales*, 333(3):55-65.
- [12] Messaoudene M., 1989. Étude dendro-écologique et productivité de *Q. canariensis* Willd. et de *Q. afares* Pomel dans les massifs de l'Akfadou et de Beni-Ghobri en Algérie. Thèse de doctorat en sciences, université Aix-Marseille III, France, 124p.
- [13] Gourlet-Fleury S., 1998. Indices de compétition en forêt dense tropicale humide : étude de cas sur le dispositif sylvicole expérimental de Paracou (Guyane française). *Annales des Sciences Forestières*, 55 :623-654.
- [14] Gil L., Varela M.C., 2009. Euforgen technical guidelines for genetic conservation and use of cork oak (*Quercus suber*). Biodiversity International, Rome, Italy. 6p.
- [15] Fornoff F., Klein A.M., Blüthgen N., Staab M., 2019. Tree diversity increases robustness of multi-trophic interactions. *Proc. Biol. Sci.* 13:2018-2039.
- [16] Barbaro L., Allan E., Ampoorter E., Castagneyro B., Charbonnier Y., De Wandeler H., Kerbiriou C., Milligan H.T., Vialatte A., Carno M., Deconchat M., De Smedt P., Jacte H., Koricheva J., Le Viol I., Muys B., Scherer-Lorenzen M., Kris Verheyen K., Van der Plas F., 2019. Biotic predictors complement models of bat and bird responses to climate and tree diversity in European forests. - *Proc. R. Soc. B.* 286.
- [17] Chamagne J., Paine C.E.T., Schoolmaster D.R.Jr., Stejskal R., Volarřík D., Šebesta J., Trnka F., Koutecký T., Švarc P., Svátek M., Hector A., Matula R., 2016. Do the rich get richer? Varying effects of tree species identity and diversity on the richness of understory taxa. *Ecology*, 97:2364-2373.