

EVALUATION DE L'ETAT SANITAIRE DE LA CHENE VERT (*QUERCUS ILEX* L., 1753) DE LA FORET DE CHETTABA (CONSTANTINE)

ZERROUKI A.¹, RACHED-KANOUNI M.¹, REDJAIMIA L.¹, KARA K.², TOUAFCHIA B.¹,
ABABSA L.¹

¹Laboratoire D'écologie Fonctionnelle et Environnement. (L. E. F. E), Département de Science 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/ Algéria.

Résumé :

La présente étude consiste en une observation d'un dépérissement des peuplements naturels de chêne vert (*Quercus ilex* L.) dans le massif forestier de Chettaba situé dans la zone sud-ouest de Constantine. Ce dépérissement inclut la défoliation de l'arbre, la décoloration d'houppier et/ ou sa mort, qui peut avoir des causes biotiques et abiotiques. L'objectif de cette étude consiste à analyser l'effet de la densité, hauteur totale et le diamètre sur la défoliation et la mortalité de cette espèce. Les résultats obtenus indiquent que 54,55 % des arbres manifestent des signes de dépérissement caractérisés par une faible défoliation alors que 11,11% des arbres sont fortement touchés. La décoloration de 18% des arbres inventoriés est observée. A la lumière de ces résultats, on note une corrélation entre la densité et la défoliation des arbres. L'analyse de dépérissement mérite un diagnostic approfondi pour mieux cerner les causes de ce phénomène.

Mots clés : dépérissement, défoliation, décoloration, chêne vert, Chettaba et Constantine.

EVALUATION OF THE HEALTH STATUS OF HOLM OAK (*QUERCUS ILEX* L., 1753) IN THE CHETTABA FOREST (CONSTANTINE)

Abstract:

The present study consists of an observation of a dieback of natural stands of holm oak (*Quercus ilex* L.) in the forest massifs of Chettaba located in the southwestern area of Constantine. This decline includes the defoliation of the tree, the discoloration of the crown and / or its death, which can have biotic and abiotic causes. The objective of this study is to analyze the effect of density, total height and diameter on defoliation and mortality of this species. The results obtained indicate that 54.55% of the trees show signs of dieback characterized by weak defoliation while 11.11% of the trees are strongly affected. The discoloration of 18% of the inventoried trees is observed. In the light of these results, a correlation between density and defoliation of trees is noted. The analysis of dieback deserves a thorough diagnosis to better identify the causes of this phenomenon.

Key words: dieback, defoliation, discoloration, holm oak, Chettaba and Constantine.

Introduction

Des ralentissements de la croissance des arbres sont parfois observés sur plusieurs années dans les massifs forestiers, conduisant parfois à des mortalités, sans qu'une cause unique ne puisse être clairement identifiée. On parle alors de dépérissement forestier. De plus en plus de cas de dépérissements affectant diverses essences, dans toutes les régions du monde sont répertoriés [1].

Le dépérissement et l'état sanitaire des arbres constituent des thèmes qui, depuis quelques décennies, préoccupent de plus en plus les chercheurs et les responsables forestiers dans un nombre croissant de pays, tant européens, nord-américains que d'Afrique du nord. De nombreuses études ont déjà été menées sur cette thématique [2 ; 3 ; 4 ; 5]. Devant la multitude des hypothèses avancées, il est de plus en plus évident que le dépérissement est causé par un « complexe de causes », dont la nature précise pourrait varier selon les régions, les épisodes climatiques, et les espèces concernées. Les causes les plus fréquemment évoquées sont les événements climatiques intenses et/ou de longue durée, la pollution atmosphérique, sous des formes diverses y compris à travers ses conséquences sur les propriétés de sols, les maladies et une gestion sylvicole inadaptée [6].

Les arbres du genre *Quercus* sont très répandus dans l'hémisphère nord et constituent des espèces importantes dans de nombreuses forêts et zones boisées[7]. Dans le bassin méditerranéen le chêne vert (*Quercus ilex* L.) est l'espèce la plus répandue.

En Algérie, les chênes représentent un capital forestier d'environ 40% de la forêt algérienne[8]. 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 [9 ; 10]. Comme de nombreuses forêts méditerranéennes, la forêt de chêne vert en Algérie souffre de dépérissement depuis quelques années. Contrairement au chêne-liège, peu de travaux ont été publiés dans ce pays sur les antagonistes de cette essence, hormis ceux de Saâdoun (1989) [11], Attal-Bedreddine (1994) [12], Chakali *et al.* (2002) [13], Sayeh (2003) [14], Alatouet *al.* (2007) [8], Boukhelkhal (2017) [10], Rached-Kanouni (2020) [15 ; 16]. Les essences forestières principales de la forêt de Chettaba sont le chêne vert (*Quercus ilex* L.) et le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.), qui se trouvent dans leurs étages bioclimatiques (semi-aride et sub-humide).

L'objectif de cette publication est d'approfondir les connaissances sur ce phénomène et à caractériser l'état de santé des arbres dépérissants par de critères dendrométriques (diamètre, hauteur totale,

surface terrière) et d'évaluer l'état de houppiers par le taux de défoliation

Matériel et méthodes

Présentation de la zone d'étude

La forêt de Chettaba est située au sud-ouest de Constantine. L'altitude estimée du terrain au-dessus du niveau de la mer est de 865 mètres. La zone d'étude est localisée sur la carte topographique de Constantine (échelle 1/200 000 feuille N°17), entre les coordonnées 36°19'4" de latitude nord et 6°28'36" de longitude est. Elle s'étend sur une superficie de 2398 ha, et est parfaitement limitée et divisée en six districts. Les altitudes extrêmes de la forêt

Délimitation des parcelles d'étude

La caractérisation dendrométrique et de l'état sanitaire sont réalisés au moyen d'un inventaire forestier sur les peuplements de chêne vert. Au sein de ce peuplement, 4 parcelles carrées de 0,09 ha sont installés. A l'intérieur de chacune d'elles, tous les individus de l'espèce ciblée de diamètre à hauteur de poitrine (dbh) et la hauteur totale sont mesurés pour chaque individu. Les paramètres dendrométriques retenus pour l'étude sont la densité, la surface terrière, le diamètre, la hauteur moyenne de Lorey et la contribution en surface terrière.

La densité de peuplement (N , en pieds/ha) est le nombre moyen d'arbres sur pied ramené à l'hectare.

et décoloration.

sont d'environ 1104 m (altitude maximale) et 652 m (altitude minimale) et son bioclimat est de type semi-aride à subhumide. Les précipitations annuelles moyennes sont estimées entre 670 et 800 mm et la température annuelle moyenne est de 18°C, avec une moyenne du mois le plus chaud supérieure à 35°C et le mois le plus froid varie entre 1,25 et 3,05°C. Un grand groupement végétal comme la forêt de Chettaba peut être étudié dans sa totalité, surtout lorsqu'il s'agit de centaines d'hectares à traiter dans le détail.

$$N = \frac{1}{s} \sum_{i=1}^n [17]$$

n : étant le nombre total d'arbres par parcelle.

s : surface du parcelle ($s = 0,09$ ha).

Le diamètre moyen (D en cm) qui représente le diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne :

$$D = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i^2} \quad [18]$$

n : nombre d'arbres de la parcelle

d_i : diamètre de l'arbre i (en cm).

La surface terrière du peuplement est la somme des surfaces terrières de tous les arbres et arbustes. Elle a été obtenue par la formule :

$$G = \frac{\pi}{4s} \sum_{i=1}^n d_i^2 [17]$$

G : surface terrière exprimée en m²/ha.

d_i : diamètre (en m) de l'arbre i de la parcelles.

s : superficie de la parcelle.

La hauteur moyenne de Lorey (H , en mètre) est la hauteur moyenne de tous les arbres inventoriés à l'intérieur d'une placette, pondérée par rapport à leurs surfaces terrières :

$$H = \frac{\sum_{i=1}^n g_i h_i}{\sum_{i=1}^n g_i} \text{ avec } g_i = \frac{\pi}{4} d_i^2 [19]$$

g_i : surface terrière (en m²/ha).

h_i : hauteur de l'arbre i .

La contribution en surface terrière (C_s) en pourcent, est définie comme étant la part de chêne vert dans la surface terrière de l'ensemble des arbres de la parcelle :

$$C_s = 100G_{\text{ch}} / G_{20}$$

G_{ch} : surface terrière des arbres de chêne vert.

G : surface terrière de l'ensemble des arbres de la parcelle.

Le recouvrement (G) est estimé par le modèle circulaire de diamètre moyen des couronnes des arbres [17].

Les indices de diversité suivants ont été calculés pour l'analyse de l'état de chaque parcelle :

La diversité floristique recouvre la richesse floristique et l'équitabilité qui est la manière dont les individus des espèces rencontrées se répartissent.

L'indice de Shannon (H'), calculé selon la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N} [21]$$

Indice d'équitabilité de Pielou (E) exprimé par l'équation suivante :

$$E = \frac{H'}{\log_2(s)} [22].$$

Indice de diversité de Simpson (D), déterminé par la formule suivante :

$$D = 1 - \sum \left(\frac{N_i}{N} \right)^2 [23]$$

N_i : le nombre d'individus d'une espèce i .

N : le nombre total d'individus de toutes les espèces.

s : le nombre total d'espèces

Méthode de diagnostic de l'état des arbres
L'inventaire sanitaire est utilisé pour faire un état des lieux du dépérissement et de la

[24 ; 25; 26]. Le protocole proposé permet d'évaluer les différents critères tels que la défoliation, la décoloration et d'estimer la vitalité du chêne vert.

Le taux de défoliation est décrit par le taux de perte de feuillage au niveau du houppier. Ce critère est souvent utilisé pour établir le bilan de santé des peuplements forestiers, appelé aussi indice de transparence du houppier [24 ; 27]. Il est basé sur une observation visuelle après avoir divisé le houppier en quatre parties, de la partie supérieure « cime » jusqu'à la

mortalité. L'état de houppier est le plus souvent pris en compte pour apprécier la vitalité des arbres de nombreuses essences

base du houppier vivant [28]. La partie dépérie correspond à la partie transparente qui a perdu son feuillage.

La décoloration du feuillage est un autre descripteur du dépérissement forestier [29], définie comme toute altération de la couleur normale du feuillage de l'espèce observée, que ce soit par la teinte ou par la répartition de cette couleur [30 ; 31]. En se basant sur ce critère, quatre classes de défoliation et de décoloration sont définies (Tableau 1):

Tableau 1- Classes de défoliation et de décoloration.

Classes	Feuillage perdu(%)	Degrés de défoliation	Feuillage perdu décolorées (%)	Degrés de décoloration
1	< 25	léger	0-10 %	Aucune
2	> 30 ≤ 60 %	important	> 10 ≤ 25 %	Légère
3	> 65 ≤ 95 %	grave	> 25 ≤ 60%	Modérée
4	100	très grave	> 60 %	Sévère

L'état général du peuplement est apprécié par un indice de dépérissement « Id » qui prend en compte le niveau de défoliation de tous les arbres observés. Il est calculé d'après la formule de [32] pour le sapin et l'épicéa et modifiée pour les chênes.

$$Id = \sum(nixpi) / N$$

n_i : nombre d'arbres de la classe i de défoliation.

p_i : poids de la classe i (1 si $i=1$, 2 si $i=2$ etc.).

N : effectif total d'arbres observés dans la station.

Tableau 2- Principales catégories de dépérissement du peuplement du chêne vert.

Classes	Statut	Indice de dépérissement	Statut sanitaire
1	Sain	Id < 1,5	Non dépérisissant ou sain
2	Affaibli	1,6 < Id < 2,0	Début de dépérissement
3	Dépérisissant	2,1 < Id < 2,5	Dépérissement assez
4	Mort	Id > 2,6	Dépérissement grave

Résultats et discussion

L'inventaire floristique de la végétation ligneuse au sein des parcelles de cette forêt a permis de dénombrer 7 ligneuses (*Quercus ilex*, *Pinus halepensis*, *Juniperus oxycedrus*, *Cupressus macrocarpa*, *Crataegue azarolus*, *Calycotome spinosa* et *Pistacia lentiscus*) réparties en 6 familles (*Fagaceae*, *Pinaceae*, *Cupressaceae*, *Rosaceae*, *Fabaceae* et *Anacardiaceae*). Les résultats de cette étude ont montré que la végétation de cette zone est principalement dominée par le chêne vert (87% de tous les arbres inventoriés, suivi par le genévrier oxycède dans une proportion beaucoup plus faible

4%). Les indices de diversité de Shannon (H') déterminés par le recouvrement des espèces montrent que les groupes étudiés sont peu diversifiés. Il varie de 0,28 pour P1 à 0,71 pour P2 (Tableau 3). Les valeurs de l'indice de diversité de Simpson varient de 0,12 à 0,35 respectivement pour les parcelles 1 et 2.

Les résultats de la composition floristique ont montré que cette forêt est plus faible en espèces d'arbres que les autres biotopes en Algérie. La diversité floristique dans ce milieu est probablement liée au climat, à la pauvreté du sol et aux actions anthropiques [33].

Tableau 3- Les indices de diversité.

Parcelle	RS	H	E	D
P1	31	0,28	0,26	0,12
P2	25	0,71	0,51	0,35
P3	27	0,32	0,29	0,14
P4	31	0,66	0,48	0,33

L'indice de Shannon est souvent accompagné de l'indice d'équitabilité de Pielou (E), ce dernier atteint son maximum

de 0,48 pour la placette 4 et son minimum de 0,26 pour la placette 1 indépendamment de la richesse

spécifique. Sa valeur varie de 0 (dominance d'une des espèces) à 1 (répartition égale des individus dans l'espèce). Ces deux indices restent dépendants de la taille de l'échantillon et du type d'habitat. Il est donc difficile d'en faire un descripteur de l'état d'un milieu, à moins de déterminer au préalable des valeurs seuils pour chaque type d'habitat et pour une zone échantillonnée donnée, comme proposé

[34]. Le Tableau 4 présente les caractéristiques dendrométriques des arbres dans les différentes parcelles. Il ressort de l'analyse de ce tableau que les valeurs des différents paramètres obtenus varient d'une parcelle à l'autre. La densité moyenne des arbres au sein de la forêt est de 317 pieds/ha pour une surface terrière de 12,25 m²/ha.

Tableau 4- Les paramètres dendrométriques des parcelles de la forêt de Chettaba.

Paramètre	P1	P2	P3	P4	Moyen
N (tiges/ha)	344	278	300	344	316,67
G (m²/ha)	16,11	13,28	9,86	9,74	12,25
D (cm)	24,41	24,68	20,46	18,98	22,13
H (m)	3,13	5,73	6,58	5,64	5,27
Cs (%)	99,21	99,09	99,31	91,01	100

Les parcelles 1 et 4 sont les plus denses avec 344 pieds/ha, suivi par les parcelles 3 et 2 avec 300 et 278 pieds/ha respectivement. Les valeurs de densité des parcelles sont moyennes. Des résultats similaires ont été obtenus par [35] pour la forêt de Sidi R'Ghies à Oum El Bouaghi ; alors que la densité de cette espèce est faible dans la forêt de Djebel El Ouahch [36].

La valeur de la surface terrière la plus élevée est enregistrée au niveau de la parcelle 1 (16,11 m²/ha) et la plus faible est observée au niveau de P4 (9,74 m²/ha). La tendance similaire est obtenue pour la forêt de Sidi R'Ghies, où la surface est de 10,12 m²/ha [35]. Le chêne vert détient la

plus forte contribution en surface terrière vis-à-vis des autres essences forestières de la forêt de Chettaba, le pourcentage de cette contribution est supérieur à 91%.

La hauteur moyenne de Lorey et le diamètre moyen quadratique des arbres de la forêt de Chettaba sont 5,27m et 22,13cm. La plus forte hauteur moyenne de Lorey varie significativement ($p < 0,01$) est enregistrée dans P3 avec 6,58 m pour P1. Ainsi, les diamètres moyens des arbres s'étendent le long d'un gradient entre 18,98cm à P4 et 24,68cm à P2. Le test de comparaison des Newman-Keuls indique qu'il n'existe pas des différences significatives entre les paramètres dendrométriques (D, G et Cs).

L'analyse des moyennes de diamètre et de hauteur montre également que la végétation de la forêt de Chettaba est dominée par de jeunes individus. L'abondance des jeunes individus assurent l'avenir de la formation naturelle puisqu'elle permet un renouvellement constant des individus adultes. Une telle structure est typique des populations stables, susceptibles de se renouveler par la régénération naturelle [37]. Cette distribution montre également la faible densité des individus adultes. Cette dernière témoigne d'un environnement fortement perturbé.

Les dépérissements en forêt sont des phénomènes qui inquiètent car ils peuvent mettre en cause l'avenir de la forêt et peuvent conduire à revoir les plans de gestion. Ce sont des phénomènes difficiles à appréhender car ils sont multifactoriels et évolutifs [38]. A Chettaba, 34,34% de 99 arbres de chêne vert sont sains et ne présentent aucun signe de défoliation, tandis que 54,55 % notent une faible défoliation et 11,11% sont fortement

défoliés et fortement dépérisants (tableau 5).

L'analyse des paramètres dendrométriques montre que les parcelles dépérisantes sont caractérisées par une densité élevée. Ces dépérissements dus à l'augmentation de la compétition entre les arbres, surtout par rapport aux ressources hydriques [39]. Aucune différence significative n'est observée entre les paramètres testés et le diamètre moyen des arbres. On peut ainsi conclure que le phénomène de dépérissement s'observe n'est pas caractéristique d'une classe de diamètre particulière. Ces résultats sont confirmés par ceux [40] et [41].

Concernant la décoloration, la majorité des arbres des parcelles présentent un feuillage de coloration normale 82 %. Une faible décoloration apparaît sur presque 18 % des arbres dans les sites et seulement 2,02% des arbres de parcelles 3 sont gravement décolorés (Tableau 5). La décoloration des arbres est fortement corrélée avec la défoliation.

Tableau 5- Evolution de la défoliation et la décoloration des arbres échantillons du chêne vert dans la forêt de chettaba

Parcelle	Défoliation				Décoloration			
	DF1	DF2	DF3	DF4	CF1	CF2	CF3	CF4
P1	10	15	4		22	4	3	0
P2	6	13	1		16	3	1	0
P3	11	11	1	2	20	2	1	2
P4	7	15	3		23	2	0	0
Somme	34	54	9	2	81	11	5	2

Les relations entre les 13 variables étudiées et l'ensemble des arbres de quatre parcelles d'observation sont confirmées par

l'analyse en composantes principales (Figure 3), ce qui met en évidence l'influence des paramètres

dendrométries étudiés sur le dépérissement des arbres de chêne vert. Nous avons distingué deux groupes séparés par l'axe F1, le premier regroupé situé sur le côté positif de cet axe du cercle des corrélations présentant des affinités des paramètres dendrométriques (diamètre, surface terrière), paramètres de dépérissement (DF2, DF3 et CF2) et les parcelles 1 et 2 ; le second groupe sur le côté négatif du premier axe F1 et regroupant un seul paramètre

dendrométrique (la hauteur) et les facteurs de dépérissement (DF4 et CF4) ainsi que la parcelle 3. Enfin le troisième groupe présentant une affinité entre les paramètres densité, l'indice de dépérissement, CF1 et la parcelle 4. L'état sanitaire des peuplements du chêne vert des parcelles d'étude sont en général en début de dépérissement ; la valeur d'Id la plus élevée est 1,84 de la parcelle 4 où les arbres semblent plus atteints.

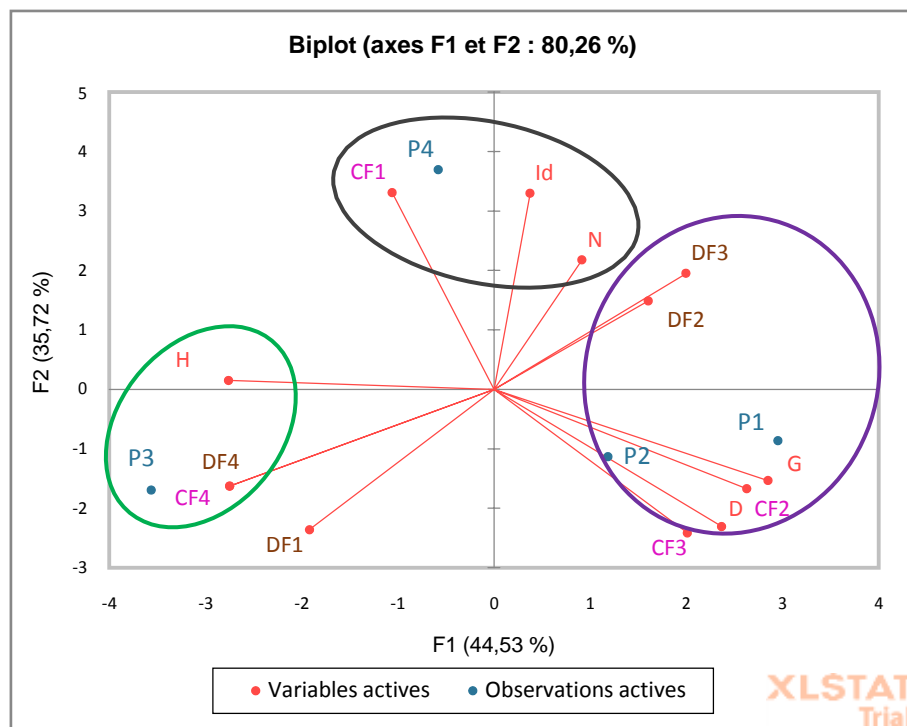


Figure 1- Analyse en composantes principales des variables observées.

Conclusion

Les indicateurs de la défoliation et de la décoloration d'houpier constituent des symptômes de l'état de dépérissement des arbres et de leur vitalité. Les données

analysées concernent l'essence principale de la forêt de Chettaba qui est le chêne vert. Cette première approche a permis de mettre en évidence la relation entre ce

dépérissement par la défoliation, décoloration et l'analyse des paramètres dendrométriques qui montre que le dépérissement touche les parcelles

caractérisées par une densité élevée, la hauteur et le diamètre n'ont pas d'effet significative sur la défoliation et la décoloration de peuplement.

Références bibliographiques

- [1] Allen C. D., Macalady A. K., Chenchouni H., Bachelet D., McDowell N.: Global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management* ; 2010 ; 259:660-684.
- [2] Abdenbi Z. A. : Le dépérissement des forêts du Maroc: analyse des causes et stratégie de lutte. *Sécheresse* ; 2003 ;14 (4) : 209 - 218.
- [3] Becker M.: Santé du Sapin pectiné (*Abies alba*. Miller). Etude écologique et dendrochronologique. *Annales des Sciences Forestières* ;1987 ;44 : 403-416.
- [4] Certini G., Corti, G. and Ugolini, F.C.: Influence of soil properties on the mortality of silver fir in Tuscany, Italy. *European Journal of Forest Research*; 2000; 119: 323 -331.
- [5] Lazarus B. E., Schaberg, P. G., DeHayes, D. H. and Hawley, G. J.: Severe red spruce winter injury in 2003 creates unusual ecological event in the northeastern United States. *Canadian Journal of Forest Research* ; 2004 ; (34) : 1784-1788.
- [6] Lévy G., Becker, M.: Le dépérissement du sapin dans les Vosges: Rôle primordial de déficits d'alimentation en eau. *Ann. Forest*; 1987; 44 (4): 403 - 416.
- [7] Cañellas I., Roig S., Poblaciones M. J., Gea-Izquierdo G., Olea L.: An approach to acorn production in Iberian decesses. *Agroforestry systems*; 2007;70(1): 3-9.
- [8] Alatou D., Younsi S., Chouiel M., Kanouni M., Benderradji M.: Annales de la Recherche Forestière en Algérie.2007 ; 1 : 48-63 .
- [9] W. Derbal W., Zerizer A., Gérard J., Guibal D.: Bois et Forêts des Tropiques ; 2015 ; 325 : 59-70.
- [10] 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.
- [11] Saadoun, H.: *Les insectes du chêne vert (Quercus ilex L.) dans la forêt du massif de Zaccar(Miliana)*. – Thèse d'ingénieur, I.N.A., El-Harrach, Alger ; 1989 ; 96 p.

- [12] Attal-Bedreddine A.: *Contribution à l'étude des insectes du chêne vert, Quercus ilex L., dans le parc national de Chrèa.* - Thèse de Magister, Institut national agronomique, El-Harrach, Alger ; 1994 ; 97p.
- [13] Chakali G., Attal-Bedreddine A. Ouzani H.: Les insectes ravageurs des chênes, *Quercus suber* et *Q. ilex*, en Algérie. – IOBC/wprs Bull ; 2002 ; 25 (5): 93-102.
- [14] Sayeh T. : *Les ennemis du chêne vert (Quercus ilex L.) dans la région de Bordj-Bou-Arreridj.* – Thèse de Magister, Université de Constantine, Faculté des Sciences, Constantine; 2003;160 p.
- [15] Rached-Kanouni M., Kadi Z., Khammar H., Bousba R., Amrane R., Chellal B., Ababsa L.: Sanitary situation of Aleppo pine and holm oak on the Sidi R'Ghies forest, Algeria. *Biodiversitas* ; 2020; 21(9): 3954-3960.
- [16] Rached-Kanouni M., Zerrouki A., Lahmar M., Beldjazia A., Kara K., Ababsa L.: Assessment of the health status of the Sidi R'Ghies forest, Oum El Bouaghi, north-east Algerian. *Biodiversitas*. 2020 ; 21(5): 1980-1988.
- [17] 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; 65.
- [18] Bayala J., Ky-Dembele C., Kalinganire A., Olivier A., Nantoumé H.: A review of pasture and fodder production and productivity for small ruminants in the Sahel. *ICRAF occasional paper* ; 2014; 21.
- [19] Yameogo G., Yelemou B., Boussim I. J., Traore D. : Gestion du parc agroforestier du terroir de Vipalogo (Burkina Faso) : contribution des ligneux à la satisfaction des besoins des populations. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* ; 2013 ; 7(3) : 1087-1105.
- [20] Dajoz R.: *Précis d'Ecologie.* Gauthiers Villars, 4e éd ; 1975 ; 503 p.
- [21] Grall J. Hily C., 2003.: Traitement des données stationnelles (faune). *Fichetechnique* ; 12p.
- [22] Gray J. S., Aschan M., Carr M. R., Clarke K. R., Pearson R. H. G. H., Rosenberg R., & Warwick R. M.: Analysis of community attributes of the benthic macrofauna of Frierfjord/Langesundfjord and in a mesocosm experiment. *Marine Ecology Progress Series* ; 1988 ; 151-165.
- [23] Routledge R. D.: Diversity indices: Which ones are admissible? *Journal of Theoretical Biology*; 1979; 76(4) : 503-515.
- [24] Becker M., Geremia F., Schipfer R.: Bilan de santé actuel et rétrospectif du sapin (*Abies alba* Mill.) dans les Vosges. Étude écologique et dendrochronologique.

Annales des Sciences Forestières ; 1987 ; 44 (4) : 379-402.

[25] Bonneau M., Landmann G.: Le dépérissement des forêts en Europe : de quoi la forêt est-elle malade ? La Recherche ; 1988; 19 (205) :1542-1555.

[26] Landmann L.: The epidermal permeability barrier. Anatomy and embryology; 1988; 178(1): 1-13.

[27] Thomas A. L., Gégout J. C., Landmann G., Dambrine C., King D.: Relation between ecological condition and fir decline in a standstone region of the Vosges montains (northeastern France). *Annales des Sciences Forestières*; 2002;59 : 265-273.

[28] D'Eon S. P., Magasi L. P., Lachance D., DesRochers P.: DNARPA. Réseau national de surveillance de l'état des forêts au Canada : Guide d'établissement et de surveillance des parcelles. Chalk River (Ontario), Canada, Institut forestier national de Petawawa, Rapport d'information PI-X-117F ; 1995 ; 99 p

[29] Landmann, G., Bonneau, M., Adrian, M.: Le dépérissement du Sapin pectiné et de l'Epicéa commun dans le massif vosgien est-il en relation avec l'état nutritionnel des peuplements?. *Revue forestière française* ; 1987 ; 39(1) : 5-11.

[30] Braem S., Jonard M., Ponette Q., Defourny P.: Suivi de l'état sanitaire en

[36] Alatou H., Rached-Kanouni M., Alatou D. : Etude de la viabilité de

forêt de Soignes bruxelloise. *Rapport de convention UCL-IBGE* ; 2009 ; 55 p.

[31] Eichhorn J., Icke R. Isenberg A., Paar U., Schönfelder E.: Temporal development of crown condition of beech and oak as a response variable for integrated evaluations. *European Journal of Forest Research* ; 2005 ;124 : 335-347

[32] Bouvarel P. : Le dépérissement des forêts attribué aux dépôts atmosphériques acides. *Rev. For. Fr* ; 1984 ; 34 (3) : 173-180.

[33] Rached-Kanouni M., Kara K., Khammar H., Ababsa L.: Floristic diversity and demographic structure of the Sidi R'Ghies forest, north-eastern of Algeria. *Biodiversitas* ; 2020; 21(3).

[34] Ramalanjoana M.: *Etude de la régénération de la sénescence de Tamarindus indica et ses impacts et implications écologiques dans la réserve de Bezà Mahafaly.*[Mémoire d'ingénieur] en sciences agronomique." *Université d'Antananarovi, Madagascar (France)*, 2013.

[35] Rached-Kanouni M., Habbi S., Bouafene M., Kara K., Ababsa L.: Structure et composition floristiques de la forêt de Sidi R'Ghies (Oum El Bouaghi). *Revue des BioRessources* ; 2019 :9(2) : 56-65.

quelques espèces feuillues de l'arboretum de Draa naga (Constantine, Algérie).

Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology CIRS ; 2018 ; (3): 3261-3274.

[37] Larwanou M., Saadou M., Hamadou S. : Les arbres dans les systèmes agraires en zone sahélienne du Niger: mode de gestion, atouts et contraintes. *Tropicultura* ; 2006 ; 24(1) : 14-18.

[38] DSF.: Surveillance des dépérissements en forêts. 2018 ; DGAL/SDQSPV/2018-433.

[39] Ruiu P.A., Sechi C., Linaldeddu B.T., Franceschini A. : Création d'un réseau de surveillance du dépérissement des subéraies en Sardaigne et analyse des premiers résultats." *IOBC/wprs Bull* ; 2005; 28.6: 45-51.

[40] Ben Jemâa M. H., Hasnaoui B.: Le dépérissement du chêne liège (*Quercus suber* L.) en Tunisie. *Coll. Nat. sur le dépérissement des Forêts au Maroc, CNRF Rabat-Maroc* ;1996 ;28.

[41] Hasnaoui F., Rjéibia N., Abbès C., Yacoubi W., Hasnaoui B.: Contribution à l'étude du dépérissement du chêne-liège dans la forêt de Tabarka (Tunisie): relations entre nutriments et état sanitaire des arbres. *Comptes rendus de la réunion* ; 2005 ; 28(8) : 25-31.