

EVALUATION DE L'ETAT DE VITALITE DU *QUERCUS SUBER* L. DANS LA FORET DE ZOUAGHA

CHOUITER Norhane ^{1,2}, RACHED-KANOUNI Malika ^{1,2}, REDJAIMIA Lilia ², BENAICHA Khaoula ³,
ABABSA Labeled ², RAHAB Rabah ^{1,2}

¹Laboratoire des substances naturelles, biomolécules et applications biotechnologiques

²Département 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.

³Conservation des forêts de Mila

Résumé

La présente étude vise à évaluer l'état de santé actuel du chêne liège (*Quercus suber*) et son évolution dans la forêt de Zouagha (Mila). Pour cela, huit parcelles ont été choisies d'une manière aléatoire. Les paramètres dendrométriques mesurés sont le diamètre à 1,3 m au-dessus du sol et la hauteur totale des arbres, ainsi des observations morphologiques ont été effectuées sur la partie aérienne des mêmes échantillons et analysées par la méthode de l'architecture des arbres (ARCHI). La densité moyenne de chêne liège au niveau de cette forêt est de 157 ± 24 pieds/ha avec une surface terrière moyenne de $27,09 \pm 8,53$ m²/ha. Les résultats de diagnostic montrent que la majorité des arbres de ces parcelles sont actuellement dans les classes du type ARCHI R avec un taux de 51,1% ; vient en deuxième position le type ARCHI Sain avec un pourcentage de 39,2 ; et le type ARCHI S enregistre un taux faible (7,3%). Les types ARCHI D et ARCHI I sont quasiment absents. L'état sanitaire de ces parcelles est assez bon, malgré la présence négligeable des arbres morts sur pieds.

Mots clés : *Quercus suber*, ARCHI, Dendrométrie, Forêt de Zouagha et Mila.

Abstract

This study aims to assess the current state of health of the cork oak (*Quercus suber*) and its evolution in the forest of Zouagha (Mila). For this, eight plots were chosen at random. The dendrometric parameters measured are the diameter at 1.3 m above the ground and the total height of the trees, thus morphological observations were made on the aerial part of the same samples and analyzed by the tree architecture method (ARCHI). The average density of cork oak in this forest is 157 ± 24 individual/ha with an average basal area of 27.09 ± 8.53 m²/ha. The diagnostic results show that the majority of trees in these plots are currently in classes of the ARCHI R type with a rate of 51.1%; comes in second position the ARCHI Healthy type with a percentage of 39.2; and the ARCHI S type records a low rate (7.3%). The ARCHI D and ARCHI I types are almost absent. The sanitary condition of these plots is quite good, despite the negligible presence of standing dead trees.

Keywords: *Quercus suber*, ARCHI, Dendrometry, Zouagha forest and Mila.

Introduction

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 [1]. 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 [2]. 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 [3].

Depuis les dernières décennies, les dépérissements des arbres forestiers et plus particulièrement des chênes ont suscité de nombreuses inquiétudes auprès des gestionnaires [4]. En Algérie, les chênes représentent un capital forestier d'environ 40% de la forêt algérienne [5 ; 6]. À l'état spontané le chêne liège s'observe uniquement dans le bassin méditerranéen occidental et sur la côte atlantique. Il occupe environ 2000000 ha dont 1100000 ha en Europe : Portugal, Espagne, Italie, France, et le reste en Afrique du Nord : Algérie, Maroc et Tunisie. Il croît en plaine comme en montagnes et nécessite un climat doux et humide. C'est une espèce qui a toujours été recherchée pour son écorce (le liège), utilisée dans plusieurs industries, pour son bois de bonne valeur calorifique et pour ses glands très appréciés par l'homme, les animaux sauvages et domestiques. Ses rôles socioéconomiques, écologiques et paysagers très importants lui valent un attrait particulier sur tout le pourtour méditerranéen [7]. Les subéraies algériennes qui tapissaient une superficie originelle variant, selon les auteurs, problèmes posés à l'échelle des subéraies méditerranéennes. En plus des sécheresses prolongées, les incendies répétés, les difficultés de régénération, les programmes d'aménagement et de restauration inadaptés [8], les mauvais systèmes d'exploitation, les agissements de l'homme y compris ses animaux domestiques, les

maladies, les dépérissements, etc... ; le chêne-liège devenant ainsi sensible, est victime aussi de dégâts spectaculaires de plusieurs groupes d'insectes qui mettent en péril sa production et sa régénération. Ces déprédateurs, selon leur régime alimentaire, peuvent être classés en défoliateurs, xylophages, dépréciateurs de liège et ravageurs de glands [9].

Comme tout organisme, les arbres réagissent de manière spécifique aux influences du milieu, cette réaction d'adaptation est normale, et dépend, jusqu'à un certain degré, de leur situation et de leur résistance, mais il arrive aussi que leur aspect extérieur et leur vitalité s'écarte de la norme, c'est ce que nous qualifions de signes pathologiques qui se manifestent par altération de couleur et de forme qui progressent visiblement et qui, en même temps, dépendent étroitement des modifications invisibles du métabolisme, mais pourtant détectable [10].

L'objectif global de cette étude est l'évaluation de l'état de santé des peuplements du chêne liège par des critères dendrométriques, et un diagnostic terrain axé principalement sur la méthode ARCHI qui s'appuie sur l'analyse morphologique des houppiers. L'observation des arbres est un acte de gestion en soi. Comment repérer les arbres d'un peuplement mieux à même de réagir à un stress ? Comment distinguer précocement le caractère réversible ou irréversible d'un dépérissement ? Un outil de diagnostic visuel, la méthode ARCHI, est désormais disponible [11].

Matériel et méthodes

Présentation de la zone d'étude

La forêt de Zouagha est située au Nord de la wilaya de Mila. Elle est limitée à l'Est par l'Oued El Kabir, au Sud par les villes de Chigara, Terrai Bainen, Arres et Tassala Lemtai, en amont du lac Béni Haroune (Grarem Gouga), au Nord la ligne de la

crête de la chaîne de Zouagha et la limite entre la wilaya de Jijel et Mila, à l'Ouest par le col de F'Doules. Elle s'étend entre les coordonnées géographiques $6^{\circ}9'15,52''$ Est et $36^{\circ}34'38,90''$ Nord. Sa superficie est de 3915,52 ha, et est parfaitement divisée en 5 cantons dont les principaux sont « El Bahloul, Beni Afek, Bouzourane, Djbel Arres et Meguelet [12].

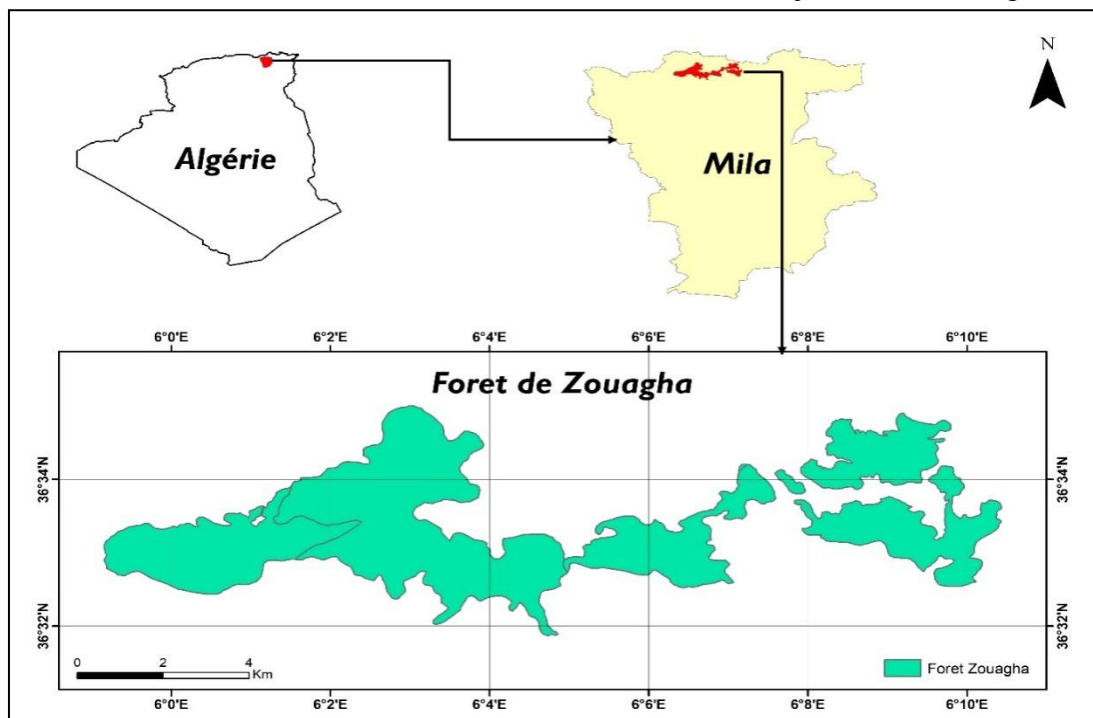


Fig. 1- Situation géographique de la zone d'étude forêt de Zouagha (Mila).

Délimitation de la zone d'étude

Il n'est pas possible de couvrir toute la zone de Zouagha, il faut donc goûter aux environnements existants et de choisir des sites représentatifs. Huit parcelles du chêne liège ont été choisies, d'une manière aléatoire d'une surface équivalente de 900m² (30m x30m), il est préférable de

réaliser un inventaire en plein « pied par pied ». Il consiste en un dénombrement exhaustif des tiges par classes des diamètres [13]. Les coordonnées géographiques (longitude et latitude) de chaque parcelle ont été prises à l'aide d'un GPS.

Les paramètres dendrométriques

Les paramètres dendrométriques pris en considération : le diamètre des arbres mesuré sur écorce à hauteur de poitrine

Méthode ARCHI

Pour caractériser l'état sanitaire de peuplements forestiers, les Instituts de Développement Forestier a mis au point un diagnostic outil qui est basée sur une lecture de l'architecture des arbres appelé la méthode ARCHI [14]. Le principe est de réaliser deux séries de observations : la première concerne les symptômes de couronne dégradation (déficit foliaire, coloration anormale, mortalité, etc.), et le

Cet outil sert à pronostiquer l'avenir à court terme des arbres présentant des symptômes de dépérissement. S'appuyant sur une simplification des critères décrits dans le chapitre précédent, il propose des clés de détermination architecturale spécifiques à chaque essence ou groupe d'essences (une seule clé pour les chênes sessile, pédonculé et pubescent) [14]. Chacune guide l'observateur en lui posant des questions à réponse binaire oui/non et en le conduisant vers six sorties possibles :

- Arbre Sain : arbre dont l'architecture est conforme à son stade de développement,

Résultats et discussion

Les caractéristiques dendrométriques sont des indicateurs majeurs pour mesurer l'évolution qualitative et quantitative des peuplements forestiers [6]. Les paramètres dendrométriques de huit parcelles de la forêt de Zouagha sont illustrés dans le tableau 1. La densité relative du peuplement est élevée dans les parcelles P1 et P3 avec 189 pieds/ha, la placette P5

(1,30m) au-dessus du sol et la hauteur totale (Ht) définie par la longueur de la ligne droite joignant le pied de l'arbre (niveau du sol) à l'extrémité du bourgeon terminal de la tige.

second concerne les processus de restauration de couronne (développement de la gourmandise, reprise de plaie, reprise de croissance, etc...). L'étude des rapports de force entre ces processus de dégradation-restauration antagonistes permet un diagnostic à faire sur l'arbre. Dans chaque placette, les observations visuelles ont été menées sur chaque arbre durant la saison hivernale de l'année 2022-2023.

- Arbre stressé (S): arbre dont l'architecture s'écarte de la norme et dont l'avenir est incertain,

- Arbre résilient (R): arbre présentant une dynamique de retour à la normale,

- Arbre en descente de cime : arbre présentant une dynamique de construction d'un nouvel houppier sous la cime (D),

- Arbre en situation de dépérissement irréversible (I): arbre bloqué dans une situation de non-retour à la normale,

- Arbre mort (M).

présente une très faible abondance avec 100pieds/ha s. Le diamètre moyen minimal obtenu est de $24,14 \pm 5,13$ cm pour la parcelle P7, cela signifie que ce peuplement est au stade de jeune futaie. Le diamètre moyen maximal observé est de $60,33 \pm 7,35$ cm dans la parcelle 5, et qui a atteint le stade de la futaie adulte avec des diamètres plus au moins importants.

Les valeurs les plus élevées de la hauteur totale des arbres sont obtenus dans la parcelle 6 ($19,12 \pm 3,42$ m) ; alors que la parcelle 7 enregistre la moyenne la plus faible ($6,32 \pm 1,73$ m). La surface terrière est un critère permettant de juger l'état d'une essence dans un peuplement. Pour l'ensemble de peuplements, la surface terrière moyenne est de $27,09 \pm 8,53$ m²/ha. La surface terrière étant étroitement liée au diamètre, les unités d'occupation

des terres. Renfermant beaucoup d'individus de petit diamètre présentent de faibles surfaces terrières.

Ainsi, les surfaces terrières les plus importantes sont observées dans la parcelle 8 ($45,28 \pm 2,52$ m²/ha). Les faibles valeurs s'observent dans la parcelle 7 ($6,88 \pm 0,24$ m²/ha). Cependant nos résultats concordent avec ceux rapportés par Touafchia B *et al.* [15] dans la forêt d'Ouled Bechih (Souk Ahras).

Tableau 1 : Paramètres dendrométriques des parcelles échantillonnées.

Parcelle	A (N/ha)	H (m)	D (cm)	G (m ² /ha)
P1	189	$11,35 \pm 2,81$	$37,75 \pm 7,88$	$22,00 \pm 0,54$
P2	178	$09,36 \pm 4,15$	$35,15 \pm 13,15$	$19,51 \pm 0,84$
P3	189	$11,21 \pm 2,49$	$50,39 \pm 14,69$	$40,67 \pm 1,40$
P4	156	$14,23 \pm 4,01$	$39,81 \pm 10,80$	$20,67 \pm 0,79$
P5	100	$13,34 \pm 2,68$	$60,33 \pm 07,35$	$28,95 \pm 0,79$
P6	133	$19,12 \pm 3,42$	$54,46 \pm 13,50$	$32,79 \pm 1,41$
P7	144	$06,32 \pm 1,73$	$24,14 \pm 05,13$	$06,88 \pm 0,24$
P8	167	$11,48 \pm 2,58$	$54,93 \pm 21,81$	$45,28 \pm 2,52$

La méthode ARCHI repose sur une analyse morphologique de toute la partie aérienne à partir de l'observation. Les clefs intègrent trois séries d'observation : la structure séquentielle mise en place au cours de la croissance qui renseigne sur le stade de développement de l'arbre, les symptômes de dégradation, l'architecture du houppier des arbres (mortalité, appauvrissement de la ramification) et enfin les processus de restauration du houppier résultant essentiellement du développement de rameaux épicorniques. A travers les résultats la figure 2, les valeurs nominales sont observées chez le type d'ARCHI R avec un taux de 51,1% ;

vient en deuxième position le type d'ARCHI Sain avec un pourcentage de 39,2%. Les arbres de type ARCHI S présentent 7,3%. Pour les types ARCHI D et ARCHI I sont quasiment absents.

Lors de notre étude, les résultats obtenus indiquent que la majorité des arbres sont de type ARCHI R. Les arbres de type ARCHI R à ses propres caractéristiques sont : en l'absence de stress supplémentaire, ce type redeviendra de type sain. Au niveau de la largeur des cernes formés, après une période de décroissance, la progression radiale se rétablit. Un chêne résilient est potentiellement un arbre d'avenir, à

condition que la grume soit de qualité et que la station soit apte à produire du bois

d'œuvre.

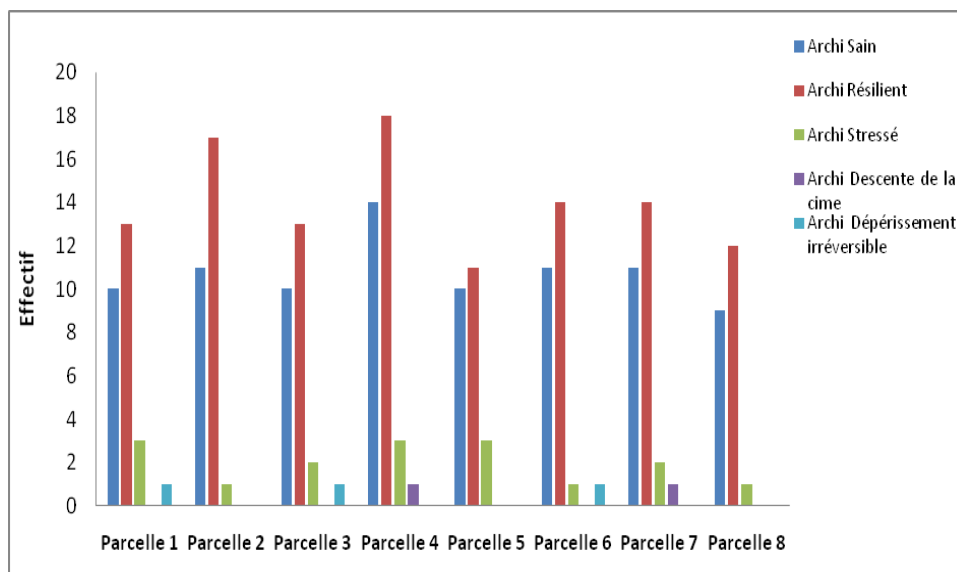


Fig. 2 - Différents types d'ARCHI du chêne liège de la forêt de Zouagha.

Pour les arbres de type ARCHI S (état de Stress) faiblement présentés dans la forêt de Zouagha, il n'est pas possible de se prononcer sur l'avenir de l'arbre. Soit le stress est trop récent, soit les cinq descripteurs architecturaux utilisés sont insuffisants pour réaliser un pronostic.

Parfois le stress fait suite à un premier stress que le chêne a surmonté et se répercute en conséquence sur des gourmands déjà en place. Dans tous les cas, il est nécessaire de suivre au cours du temps l'évolution des arbres de type ARCHI S avant d'établir un pronostic [13].

Cependant nos résultats sont similaires à ceux obtenus par l'étude menée sur la subéraie de Machrouha (Souk Ahras).

La méthode précédente révèle l'absence des arbres morts dans la subéraie de Zouagha ; malgré que l'analyse climatique confirme une grande sensibilité des arbres actuellement moribonds aux sécheresses estivales, qui ont toujours joué un rôle majeur dans leur croissance en influençant

à la fois le réglage du bois initial et final. Pour des arbres sains, l'importance du déficit hydrique est moindre mais il semble que son rôle s'est considérablement accru ces dernières années avec déterminisme de la mise en place de l'anneau, qui devient aussi « dépendante du bilan hydrique ». Ce changement dans la réponse de l'arbre au fil du temps a déjà été observé dans de nombreux contextes à travers l'Europe [16] et est souvent interprété comme une homogénéisation de la réponse des écosystèmes à l'augmentation des contraintes.

La connaissance de l'architecture des arbres d'un grand nombre d'espèces a permis la transposition de ces notions aux techniciens forestiers et s'est concrétisée par la mise en place de protocoles d'observation pour établir un diagnostic de l'architecture donnant des indications sur le niveau de stress subi par l'arbre, d'établir sa réactivité et donc de proposer une prédiction de l'évolution de son architecture [6].

Conclusion

L'inventaire sanitaire est utilisé pour faire un état des lieux du dépérissement et de la mortalité des arbres forestiers. Le protocole choisi est l'ARCHI pour le peuplement de chêne liège de Zouagha. L'état sanitaire de huit parcelles est bon ce qui permet de mettre en évidence que le chêne liège, essence dominante dans cette forêt, est bien adaptée aux conditions écologiques (sol acide et un climat sub-humide). Cette espèce présente un intérêt économique certain, et il mérite d'être conservé. Une étude comme celle-ci peut être un outil de gestion complémentaire adapté pour les propriétaires de la forêt de Zouagha.

Références bibliographiques

- [1] Certini G., Corti, G., 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.
- [2] Lazarus. B. E., Schaberg, P. G., De Hayes, 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.
- [3] 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.
- [4] Cater M.. 2015. : A 20-Year Overview of *Quercus robur* L. Mortality and Crown Conditions in Slovenia. *Forests*; 2015; 6(3): 581-593.
- [5] Alatou D., Younsi S., Chouiel M., Kanouni M., Benderradji M. : *Annales de la Recherche Forestière en Algérie*. 2007 ; 1 : 48-63.
- [6] 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).
- [7] Bouchaour-Djabeur S., Benabdeli K., Bejamaa M.L., Stiti B. : Déprédation des glands de chêne-liège par les insectes et possibilités de germination et de croissance des semis. *Geo-Eco-Trop* ; 2011 ; 35 : 69-80.
- [8] Rached-Kanouni M., Benmansour F., Alatou D. : Effets d'une température fraîche et d'un apport exogène de régulateurs de croissance sur des semis de chêne liège. *European Scientific Journal* ; 2013 ; 9(18) : 229-245.
- [9] Bouchaour-Djabeur S. : Incidence de la qualité des glands sur la régénération du chêne-liège : cas des forêts oranaises (Algérie). Thèse de doctorat en sciences, Univ. Tlemcen, 2016 ; 316 p.
- [10] Barthllem D., Caraglio Y. : Plant Architecture, A Dynamic, Multilevel and Comprehensive Approach to Plant Form, Structure and Ontogeny. *Annals of Botany*; 2007; 99: 375-407.
- [11] Levrel H. : Quels indicateurs pour la gestion de la biodiversité ? IFB, CERSP ;2007 ; 94.
- [12] DGF : Direction Générale des Forêts, fiche signalétique de la forêt domaniale de Santé des forêts : Maladies, insectes, accidents climatiques... Diagnostic et prévention (Forêt Zouagha) ; 2018.

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

[14] Drénou C. : Face aux arbres, apprendre à les observer pour les comprendre. Ulmer, Paris ; 2009 ; 156 p.

[15] Drenou C., Bouvier M., Lemaire J., 2012. Rôles des gourmands dans la résilience des chênes pédonculés dépérissants. Forêt Wallonne ; 2012 ; 116p.

[16] Drenou C., Giraud F., Gravier H., Sabatier S., Caraglio Y. : Le diagnostic

architectural : un outil d'évaluation des sapinières dépérissantes. Forêt Méditerranéenne tome XXXIV ; 2013 ; 2 : 87-98.

[17] Touafchia B., Rached-Kanouni M., Redjaimia L., Zerrouki A., Ababsa L. : Structure et régénération de chêne zéen (*Quercus canariensis* Willd., 1809) de la forêt d'Ouled Bechih (Souk Ahras - Algérie). Revue des BioRessources ; 2022 ; 9 : 56- 65.

[18] Millet J. : L'architecture des arbres des régions tempérées : son histoire, ses concepts, ses usages. Éditions Multimondes ; 2012 ; 397 p.