

Le chêne zéen (*Quercus canariensis* Willd.) en Tunisie: Écologie, production, état de dégradation et les pratiques d'aménagement

K. MECHERGUI¹, W. JAOUADI², Y. AMMARI²

(Reçu le 29/04/2021; Accepté le 10/12/2021)

Résumé

Cette étude est une synthèse bibliographique sur l'espèce *Quercus canariensis*, essence endémique de l'ensemble ibéro-maghrébin (Espagne, Portugal, Maroc, Algérie, Tunisie). Ce travail va contribuer en premier lieu à la connaissance de l'écologie et la production de cette espèce qui subit beaucoup de pression et de dégradation ces dernières années en Tunisie et en deuxième lieu les perspectives de réhabilitation de l'espèce pour leur protection. L'étude est réalisée dans le but d'étudier l'écologie, la production et état de dégradation de l'espèce et enfin étudier les perspectives de réhabilitation de *Quercus canariensis* en Tunisie. Elle est basée sur les travaux de recherches qui ont été réalisés en Tunisie sur 70 années sur *Quercus canariensis* (30 références bibliographiques depuis 1952). En Tunisie, les principaux peuplements de chêne zéen sont concentrés dans les montagnes de Kroumirie occidentale. Les premières coupes rases de chêne zéen en Tunisie sont réalisées entre 1883 et 1895 à El Feidja et d'Ain Draham. Avant la colonisation le chêne zéen a occupé 100 000 ha dans le Nord-Ouest de la Tunisie. En 1970 cette superficie a diminuée à 40 000 ha, dont 10 000 ha en peuplements purs et 30 000 ha en mélange avec le chêne liège. Actuellement la superficie de chêne zéen est estimée à 8332 ha en peuplement pur et 13 651 ha en mélange avec le chêne liège. Les anciens arbres de chêne zéen dépassent un âge de 330 années. L'accroissement moyen annuel des peuplements de chêne zéen varie entre 4 et 8 m³ ha⁻¹an⁻¹ dans les peuplements d'âge moyen. Dans ce peuplement le volume sur pied est de 308 m³ ha⁻¹. La production de la biomasse totale varie entre 211 et 267 Mg ha⁻¹. La forêt de chêne zéen a perdu, au bout de 40 ans, environ 40 % de sa superficie. Cependant, des nouvelles espèces forestières ont occupé le paysage dès la fin des années 1980, comme l'acacia, le pin d'alep, l'eucalyptus, le pin pignon et le pin maritime qui envahissent maintenant l'écosystème de chêne zéen et de chêne liège. Aujourd'hui, la forêt de chêne zéen est confrontée à une dégradation progressive et irréversible continue. Le déboisement a empêché la régénération naturelle, en outre, les différentes maladies et les changements climatiques jouent aussi un rôle négatif. Aussi nous ajoutons à cet ensemble de facteurs l'absence de l'aménagement forestier, d'où des traitements sylvicoles sont nécessaires pour la conservation et la valorisation de cette espèce noble qui est considérée comme un patrimoine naturel en Tunisie.

Mots-clés: Chêne zéen, Répartition géographique, Accroissement, Production, Sylviculture, Aménagement, Intérêt

Zeen oak (*Quercus canariensis* Willd.) in Tunisia: Ecology, production, state of degradation and management practices

Abstract

This review paper about *Quercus canariensis* species, an endemic tree of the Ibero-Maghreb region (Spain, Portugal, Morocco, Algeria, Tunisia). This work will contribute firstly to knowledge of the ecology and production of this species which has undergone a lot of pressure and degradation in recent years in Tunisia and secondly the prospects for the management practices of the species for their protection. This study is carried out with the aim of studying the ecology, production and state of degradation of the species and finally to study the management practices of *Quercus canariensis* in Tunisia. It is based on research work carried out in Tunisia over 70 years on *Quercus canariensis* (30 literature references since 1952). In Tunisia, the main zeen oak stands are concentrated in the mountains of Western Kroumirie. The first clear cuts of zeen oak in Tunisia were made between 1883 and 1895 in El Feidja and Ain Draham. Before colonization, the zeen oak occupied 100,000 ha in the north-west of Tunisia. In 1970 this area decreased to 40,000 ha, including 10,000 ha in pure stand and 30,000 ha mixed with cork oak. Currently the area of zeen oak is estimated at 8,332 ha in pure stand and 13,651 ha mixed with cork oak. The ancient zeen oak trees exceed an age of 330 years. The mean annual growth of zeen oak stands varies between 4 and 8 m³ ha⁻¹yr⁻¹ in middle-aged stands. In this stand, the standing volume is 308 m³ ha⁻¹. Total biomass production varies between 211 and 267 Mg ha⁻¹. The zeen oak forest has lost, after 40 years, about 40% of its area. However, new forest species have occupied the landscape since the end of the 1980s, such as the acacia, the Aleppo pine, the eucalyptus, the stone pine and the maritime pine which are now invading the zeen oak ecosystem and oak cork. Today, the zeen oak forest faces continuous progressive and irreversible degradation. Deforestation has prevented natural regeneration, moreover, various diseases and climate change also play a negative role. So we add to this set of factors the absence of forest management, hence silvicultural treatments are necessary for the conservation and enhancement of this noble species which is considered a natural heritage in Tunisia.

Keywords: Zeen oak, Geographical distribution, Increase, Production, Silviculture, Management, Interest

INTRODUCTION

Les montagnes de Kroumirie et Mogods constituent un potentiel important sur le plan de la biodiversité et offre une opportunité remarquable de mise en valeur d'un véritable développement durable. La diversité paysagère caractérisant cette région, comprend un nombre important de différents types d'habitats, tels que les dunes de sable côtières couvertes par une mosaïque de végétation, les habitats d'eau douce et de tourbières et de nombreuses formations forestières et arbustives, caractérisées par une

importante forêt préservée de chênes dominants (*Quercus canariensis*, *Quercus suber*). Les forêts de Kroumirie et Mogods possèdent une diversité importante en termes d'espèces et d'habitats, qui sont de nos jours menacés par la pression anthropique et les changements d'utilisation du territoire. Des parcelles de chêne liège ou de chêne zéen se sont peu à peu substituées à des maquis arborés puis en terrains abandonnés. Ces terrains ont laissé la place à des grandes parcelles forestières à la suite des politiques de reboisement issue de la stratégie de restauration des écosystèmes forestiers. Les nouvelles formations issues

¹ Institut Sylvio-Pastoral de Tabarka, Université de Jendouba, Tunisie

² Institut National de Recherches en Génie Rural, Eaux et Forêts, Ariana, Tunisie

de plantations sont surtout le pin d'Alep, le pin pignon, le pin maritime, l'eucalyptus, et l'acacia. Ces mutations paysagères correspondent à l'évolution du couvert végétal en relation avec les activités des usagers locaux (défrichage, déboisement...) et les politiques de reboisement et de restauration des écosystèmes engagées par la direction des forêts dans entre les années 1960 et 1990. De Montgolfier (1986) montre que la superficie de chêne zéen était environ 100 000 hectares en Tunisie. L'auteur a conclu à l'époque que la forêt de chêne zéen au Nord-Ouest de la Tunisie semble en bon état et ne pas poser de problèmes majeurs de régénération. La principale question était celle de la valorisation de son bois. C'est en effet un bois assez difficile à travailler et à sécher. Ses usages traditionnels, traverses de chemin de fer et piquets de vigne, sont en régression. Hamdi *et al.* (2010) montrent que la pression démographique, les pratiques sylvo-pastorales et les modes de gestion inappropriés ont contribué à la modification de l'occupation du sol. La configuration spatiale du paysage a été changée en 50 ans. La forêt de chêne zéen a perdu, au bout de 40 ans, environ 40 % de sa superficie. Celle

de chêne zéen et de chêne liège a laissé la place à des peuplements de densité faible (60,9 % de la suberaie). Cependant, des nouvelles espèces forestières ont occupé le paysage dès la fin des années 1980, comme l'acacia, le pin d'alep, l'eucalyptus, le pin pignon et le pin maritime. Cette apparition de nouvelles formations forestières dans les subéraies est le résultat des mesures non étudiées par l'administration forestière.

L'objectif de ce travail est de réaliser une synthèse bibliographique sur les travaux scientifiques réalisés en Tunisie sur le chêne zéen depuis 1950 jusqu'au maintenant pour étudier l'écologie de l'espèce, l'historique de dégradation des superficies de chêne zéen et évaluer la productivité des peuplements de chêne zéen et la sylviculture de l'espèce.

PRÉSENTATION DE CHÊNE ZÉEN

La forêt caducifoliée strictement méditerranéenne est à peu près exclusivement constituée par des représentants du genre *Quercus*: *Quercus canariensis*, *Quercus faginea*, Chêne zéen en Français, Quejido en Espagnol

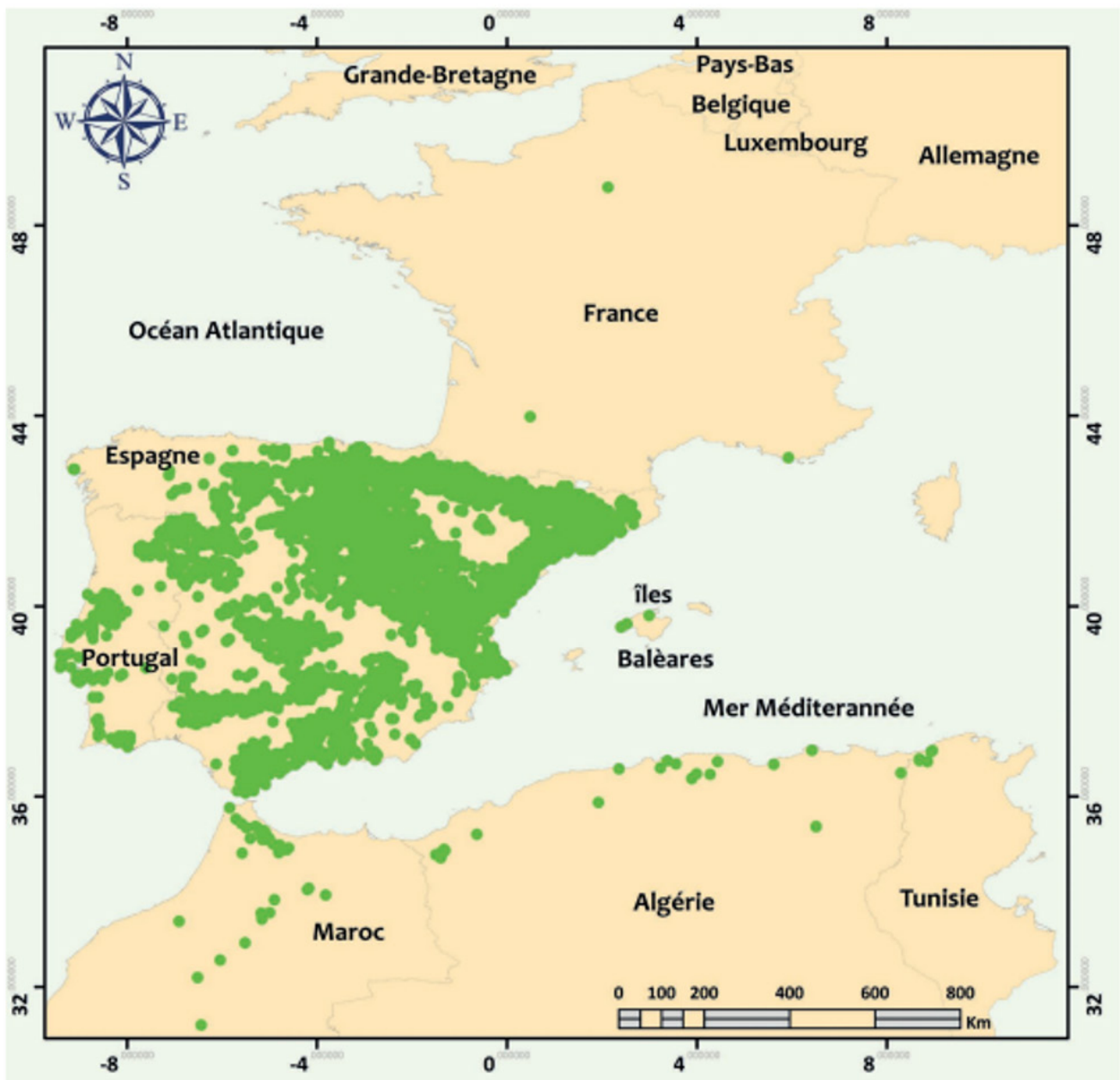


Figure 1: Répartition de chêne zéen dans le monde (Aissi *et al.*, 2019)

et Zen en Arabe et en particulier le chêne zéen (*Quercus canariensis*), c'est un chêne à feuilles caduques ou semi-persistantes, endémique de la méditerranée occidentale (Péninsule ibérique, Maroc, Algérie et Tunisie) (Figure 1). C'est une espèce extrêmement polymorphe, leur longévité est élevée et dépassant les 200 ans (Boudy, 1950). *Quercus canariensis* est un chêne caducifolié, endémique de la méditerranée occidentale (Péninsule ibérique, Maroc, Algérie et Tunisie). Le chêne zéen fait partie d'un groupe d'espèces caducifoliées réparties sur le pourtour méditerranéen et situées principalement dans l'ensemble ibéro-maghrébin (Quézel et Bonin, 1980). En Afrique du Nord, il occupe 102000 ha, dont 65000 ha en Algérie (Messaoudène et Lucien, 1991), 20 000 ha en Tunisie et 17 000 ha au Maroc (Tafer, 2000). En Tunisie, Chakroun et Ben M'hamed (1994) estiment la superficie de chêne zéen pur à 10000 ha.

Écologie de chêne zéen

Sur le plan édaphique, le chêne zéen (Figure 2) peut être considéré comme indifférent à la composition physique et chimique de son substrat, pourvu que le sol soit frais et pas trop compact. Il prospère sur les terrains calcaires ainsi que siliceux, il ne pousse bien que sur des sols profonds et perméables (Boudy, 1950). Du point de vue bioclimatique, le chêne zéen se limite aux variantes tempérées et fraîches du bioclimat humide ; et à un degré moindre, au subhumide. Toutefois, il peut se développer dans le subhumide frais et il n'est pas absent dans l'humide chaud, son optimum de production est atteint dans le supra méditerranéen (Quézel et Medail, 2003). Le chêne zéen exige annuellement plus de 800 mm de pluies (Boudy, 1952), et ne prenant son développement optimal que dans les zones recevant 1000 mm et plus. La nébulosité et le brouillard favorisent son développement. Il résiste bien aux vents violents et aux neiges abondantes. Quant aux températures, il supporte un froid allant jusqu'à -8°C . En Tunisie Hoenisch (1970) signale que les forêts de chêne zéen caractérisent l'étage bio-climatique humide supérieur en Tunisie. C'est dans ces conditions climatiques que le chêne zéen peut se développer.

Caractéristiques pédologique des forêts de chêne zéen

En Tunisie, les sols de toutes les stations du chêne zéen se sont formés sur du matériel de l'oligocène marin, c'est-à-dire grès et argiles. Tous ces sols sont acides (pH 4-5). Les forêts de chêne zéen de Chihias et d'El Feidja sont des sols plus argileux que dans les forêts d'Ain Drahem, du Tegma et d'oued zéen. Il n'y a que quelques individus de chêne zéen sur des sols calcaires à la limite de son aire naturelle (djebel Takrouna, djebel Sra près de la Mine d'oued Maden) (Hoenisch *et al.*, 1970). L'auteur conclut que sur les sols profonds et très humifères le chêne zéen montre la plus grande productivité, tandis que sur les sols superficiels sa production en bois est fortement réduite. De même il a constaté que les tiges longues et élancées sont dans les stations les plus favorables, les arbres étant rabougris et branchus sur les sols à facteur limitant (argile, grès) proche à la surface. Le même auteur conclut que le chêne zéen est en équilibre éco-physiologique et les racines se sont installées dans tous types des sols.

Caractères botaniques

Le chêne zéen (*Quercus canariensis*) est une espèce monoïque pouvant atteindre plus de 30 m de hauteur et un diamètre de 2 m à 1,30 m du sol, avec un fût très élancé et un houppier étalé en peuplements clairs et fastigié dans les formations très denses. Son écorce est profondément fissurée de couleur brun foncé. Ces jeunes rameaux sont tomenteux. Ces feuilles sont obovales ou lancéolées et plus ou moins auriculées à la base. Le chêne zéen est un arbre à feuilles caduques, marcescentes c'est-à-dire pouvant persister jusqu'au printemps suivant. Le limbe forme 10 à 12 paires de lobes mucronées, régulières, arrondies ou obtus. A nervure principale saillante à la face inférieure, elles ont une longueur de 5 à 20 cm et une largeur de 4 à 12 cm, caduque début printemps (partiellement, certaines feuilles le sont en hiver). Les glands sessiles à maturité annuelle sont inclus pour un tiers environ dans une cupule recouverte d'écaillés lancéolées, planes, imbriquées et longues tout au plus de 5 à 6 mm. Sa longueur varie de 20 à 40 mm et son diamètre de 10 à 15 mm. La floraison se produit en Avril ou en Mai. Le gland est mûr fin octobre.



Figure 2: Peuplement du chêne zéen dans la région de Ain drahem

Il fructifie régulièrement chaque année dès l'âge de 15 ans, Mais c'est à partir de 30 ans que sa fructification est abondante (Ksontini, 1996).

Utilité de chêne zéen

Le bois du chêne zéen présente un grand intérêt pour l'Afrique du nord, la haute qualité de résistance et la haute adhérence de ces fibres convenant pour plusieurs utilisations (la menuiserie fine, l'ameublement et des emplois de haute qualité de résistance mécanique). Aussi, elles présentent un grand intérêt tant du point de vue écologique, biologique, esthétique, paysager et socio-économique (Rabhi, 2011).

Qualités technologiques, propriétés physico-mécaniques et usage du bois

En vue macroscopique, le bois de chêne zéen présente de gros rayons ligneux multi-sériés et de petits rayons unisériés, à l'origine d'une belle maillure du bois lorsqu'il est débité en quartiers (Rabhi, 2011). La zone de bois initial se caractérise par de gros vaisseaux alignés en bandes tangentielles et isolés les uns des autres. En revanche, le bois final est formé de vaisseaux nettement plus petits et de taille variable. Les fibres sont très nombreuses dans le bois final, irrégulièrement réparties et à trajet rectiligne-oblique. Aujourd'hui, les avis sur la qualité du bois de ce chêne sont variables et parfois contradictoires. La majorité des forestiers considèrent, sans argument scientifique, le bois de chêne zéen comme étant de qualité médiocre et lui accordent très peu d'intérêt (Messaoudene *et al.*, 2009). A cet effet, les résultats des essais effectués par le Centre Technique Forestier Tropical montrent que le bois possède des qualités intéressantes incontestables: il est de couleur claire, de droit fil, à grain assez fin et de durabilité naturelle moyenne. D'autres remarques peuvent être résumées comme suit:

- Étant peu abrasif, son usinage est relativement facile en utilisant des machines assez puissantes et des outils de coupe moderne;
- Le séchage est très difficile, tant que le bois est humide, il y a risque de fentes importantes interdisant tout débit large. Le séchage naturel, bien conduit, donne de bons résultats contrairement au séchage artificiel qui donne lieu à de graves difficultés.

Des travaux plus récents (Messaoudene *et al.* 2009) confirment que le bois de chêne zéen est situé dans la catégorie des bois à forts retraits, nerveux à très nerveux et mi-lourds à lourds. La sévérité de ces contraintes physiques dévalorise le bois de cette essence. Toutefois, le chêne zéen se distingue par rapport aux bois de chênes méditerranéens et européens par sa faible anisotropie, caractère indicateur de la stabilité dimensionnelle de son bois. Le chêne zéen possède un bois très dure et très dense. La résistance aux chocs est excellente. Il est facile à coller mais difficile à clouer sans avant trou. L'aubier est souvent attaqué par les champignons, il ne résiste pas aux termites et autres attaques de parasites. Par contre, le bois parfait présente une bonne résistance. Malgré que le bois de cette essence ne présente pas des qualités appropriées pour quelques usages, il garde son utilité pour la confection des poutres de ponts, bois de service (piquets de mines, perches...),

parquet, manche d'outils et il donne aussi un bon bois de chauffage et un charbon de qualité. Pour les traverses de chemin de fer, bien qu'il soit utilisé dans le passé mais il ne donne pas une entière satisfaction pour cet emploi parce que les fibres une fois soumise aux sels de fer et à l'humidité se désorganisent sous le rail (Mazeghrane et Messaoude, 1990). A côté de son utilisation comme bois de sciage, l'écorce du chêne zéen renferme des quantités considérables de tanin qui sert à la fabrication de produits cosmétiques et surtout dans le tannage du cuir. Mélangé à 20% avec des résineux, le bois peut servir à la fabrication de panneaux de particules (Hammiche, 1978). Le taux de cellulose est satisfaisant (54,4%).

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ACTUELLE DE CHÊNE ZEN EN TUNISIE

En Tunisie, une description générale de l'aire naturelle du chêne zéen a été donnée par Debazac (1959). Les principaux peuplements sont concentrés dans les montagnes de Kroumirie occidentale et sont situés dans les forêts d'El Feidja, du Djebel Tegma, d'Aïn Drahem, d'oued zéen et de Chihias. Le chêne zéen occupe d'après des évaluations anciennes 40 000 hectares, dont 10 000 hectares en peuplements purs et 30 000 hectares en mélange avec le chêne liège (Cochet, 1961). Mestrovic (1970) a groupé les forêts de chêne zéen pur (10000 ha) en 7 régions naturelles: 3000 ha à El feija, 2500 ha à Oued zéen, 500 ha à Oued Delma, 1000 ha à Oued Dahraoui, 1000 ha à Ain Zana, 1000 ha à Djebel El Bir et 1000 ha à Tegma. Hoenisch (1970) signale qu'en dehors des peuplements purs on rencontre le *Quercus canariensis* sous forme de petits bosquets et d'arbres isolés dans la forêt de Tabarka, le long des oueds Mellah et Mahibeus et même au Cap Bon, où quelques chênes zéen ont été signalés sur le djebel Abderrahmanen en 1896. D'après l'inventaire forestier qui a été réalisé par la direction générale des forêts en 2010 (Tableau 1 et Figure 3), dans le gouvernorat de Béja la superficie du chêne zéen pur est de 372 ha, une superficie de 3 h en mélange avec le chêne liège et 11 h en mélange avec différents pins. Dans le gouvernorat de Bizerte la superficie de chêne zéen mélangé avec le chêne liège est de 13 h.

A Jendouba il existe 7980 ha du chêne zéen pur, 13635 ha en mélange avec le chêne liège et 59 h en mélange avec les pins.

L'invasion du pin d'Alep dans les peuplements du chêne zéen est enregistrée dans la région d'Ain Drahem (Figure 4). Cette invasion est expliquée par les reboisements qui ont été réalisés dans les subéraies tunisiennes entre les années 1960 et 1980. Ces reboisements ont causé beaucoup des problèmes dans l'écosystème de chêne liège et de chêne zéen.

Tableau 1: Superficie du peuplement du chêne zéen en Tunisie (DGF, 2010)

Peuplement	Superficie (ha)
Chêne zéen pur	8 332
Chêne zéen + chêne liège	13 651
Chêne zéen + Pins	70

HISTORIQUE DE L'EXPLOITATION DE CHÊNE ZÉN EN TUNISIE

Selon Debazac (1959) les premières coupes vendues de chêne zéen en Tunisie réalisées entre 1883 et 1895, ont eu pour objet la réalisation des gros bois pour la fabrication de traverses dont la demande était alors pressante. Les arbres de plus de 140 cm de circonférence dont le bois était façonné sur place par des équipes de scieurs de long. Dans les peuplements purs et complets, l'exploitation prélevait 80 tiges à l'hectare. Ces coupes ont parcouru en particulier les massifs du Feidja et d'Ain Drahem. Ce traitement a provoqué une régénération massive des boisements, ce qui montre bien que cette méthode apparemment brutale, a parfaitement réussi avec le chêne zéen, à une époque

où le pâturage en forêt étant moins intense, la mise en défens des coupes pouvait être effective. C'est ainsi que la presque totalité de la forêt de l'oued zéen a été parcourue entre 1907 et 1917 par de coupes dont les produits étaient sortis par câble. En 1931, le câble a également été utilisé pour le débardage des produits des arbres de chêne zéen du Feidja. En 1932-1933, les de la forêt de Chihia ont été également exploitées par des coupes ayant les mêmes caractères. Lorsque les premières coupes ont été suivies de coupes définitives qui ont enlevé les vieux bois et les bois moyens, la régénération complète des peuplements a été obtenue entre 1900 et 1914. Après les exploitations de la période de guerre 1939-1945, les exploitations ont été strictement limitées à des coupes d'extraction des vieilles réserves (Oued zéen, chihias) partout où la régénération

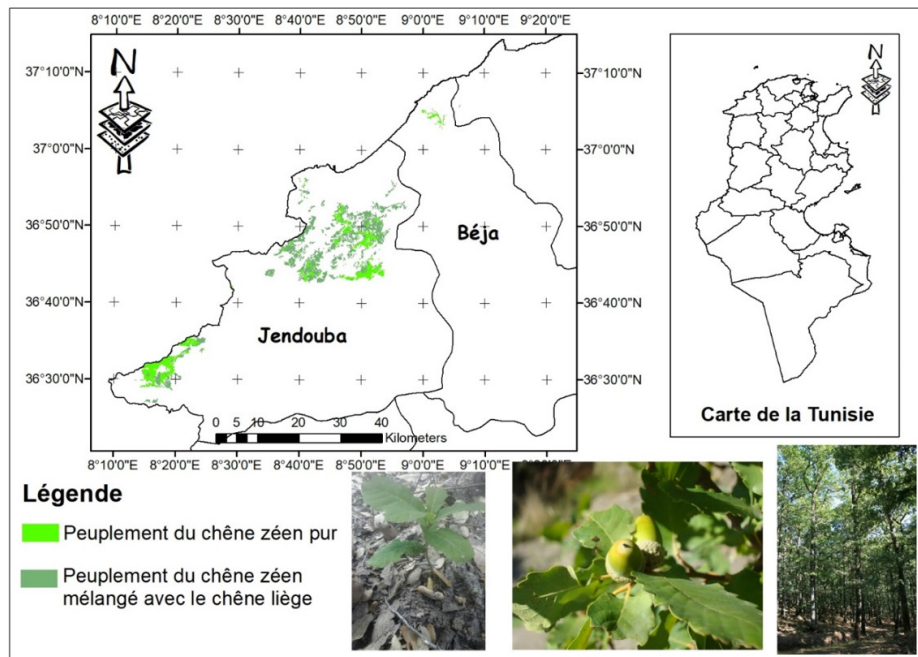


Figure 3: Carte de la répartition géographique du peuplement du chêne zéen en Tunisie

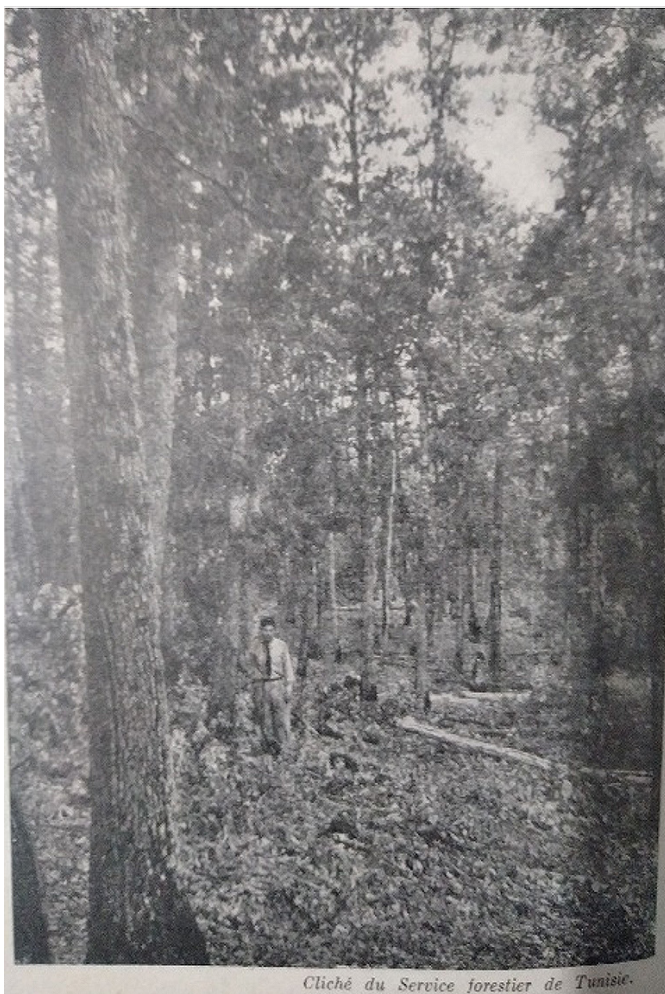


Figure 4: Régénération du pin d'Alep sous le chêne zéen (Ain Drahem)

était largement assurée, ou à des coupes d'amélioration dans la jeune futaie Debazac (1959). Selon le même auteur, la forêt de chêne zéen en Kroumirie a une physionomie tout à fait semblable à la forêt de chêne sessile d'Europe moyenne. Il se présente soit en futaie proprement dite, soit en futaie sur souche, mais la structure de ces peuplements varie suivant les traitements qui lui ont été appliqués.

LES TRAITEMENTS SYLVICOLES: PRATIQUES D'AMÉNAGEMENT DE CHÊNE ZÉEN EN TUNISIE

Le chêne zéen se trouve en peuplement pur ou mélangé. C'est une espèce qui peut recevoir des différents traitements en fonction des objectifs de l'aménagement. Dans les peuplements purs, c'est le traitement en futaie régulière qui s'accommode en général (Boudy, 1952). C'est un traitement convenable surtout quand l'âge d'exploitabilité est fixé à 100 -120 ans, durée d'une révolution permettant une bonne production de bois d'œuvre. Pour les traitements en futaie jardinée, l'exploitabilité se fait à base de choix d'un diamètre qui est fixé selon les objectifs recherchés, tout en respectant donc la rotation des coupes. Selon Boudy (1952) les éclaircies dans le chêne zéen commenceront à un diamètre de 15 cm permettant de les utiliser comme poteaux de mine, c'est-à-dire vers l'âge de 30 ans. Les premières éclaircies seront à rotations de 10 ans quand les arbres auront 60 ans il suffira de les effectuer tous les 15 à 20 ans (Figure 5).



Cliché du Service forestier de Tunisie.

Figure 5: Jeune futaie de chêne zéen en cours d'éclaircie dans la forêt d'El Feija en 1949 (Boudy, 1952)

Messaoudene et Djema (2005) montrent l'effet «station» et l'effet «forêt» sur la croissance radiale de *Quercus canariensis*. Les épaisseurs des cernes sont modulées par les facteurs stationnels et régionaux. L'analyse des courbes de croissance des séries chronologiques met en évidence l'action prépondérante des éclaircies sur la dynamique de l'activité cambiale. Ces éclaircies répétées dans les peuplements stimulent la croissance en épaisseur des cernes et confèrent aux courbes des tendances loin de celles théoriques. Les divergences de croissance d'une station à l'autre sont attribuées, dans le contexte sylvicole, aux différents taux d'éclaircies appliqués à l'intérieur d'une même forêt.

PRODUCTIVITÉ DE CHÊNE ZÉEN

Croissance en hauteur

En Tunisie, le maximum de l'accroissement en hauteur de chêne zéen peut en général avoir lieu jusqu'à l'âge de 10 ans (vers l'âge de 5 ans) et cet accroissement s'élève en moyenne à 0,5 m par an. Sur de bonnes stations ce maximum peut se produire parfois plus tard (vers l'âge de 15 ans). Jusqu'à l'âge de 50 ans les arbres gardent un accroissement en hauteur considérable alors qu'après cet âge, même sur les meilleures stations, cet accroissement diminue sensiblement. Les plus grandes hauteurs mesurées sur s'élèvent à 28 m environ (Mestrovic, 1970). En Tunisie selon Rakrouki (1979) la croissance en hauteur est influencée par la nature du sol et il est de 22 cm sur un sol profond et 0,13 cm sur un sol superficiel.

Croissance en diamètre

Dans une étude sur la production du chêne zéen en Tunisie, Mestrovic (1970) montre que l'accroissement en diamètre est plus stable que celui en hauteur, et qu'il culmine plus tard c'est-à-dire à l'âge de 15 à 45 ans (en fonction du traitement). Dans les peuplements plus clairs, où les éclaircies ont été appliquées à plusieurs reprises le maximum a lieu à l'âge de 30 à 40 ans, alors qu'en peuplements denses qui étaient éclaircis de manière faible ou pas du tout le maximum s'est produit à l'âge de 15 ans. L'exécution des éclaircies. Il ne faut pas tarder à éclaircir les peuplements dès la première jeunesse, d'une manière uniforme et avec une intensité modérée pour maintenir le plus longtemps possible un accroissement en diamètre considérable et l'accroissement en diamètre varie de 2 à 5 mm d'où il résulte une moyenne d'environ 3,5 mm par an (Mestrovic, 1970). En Tunisie selon Rakrouki (1979) l'accroissement moyen annuel en diamètre est de 2,84 mm par an sur sol profond dont l'altitude varie entre 400 et 700 m et 3,36 mm an⁻¹ sur la même nature du sol mais l'altitude varie de 700 à 900 m. En Algérie la croissance des cernes varie de 0,72 à 1,98 mm par an (Messaoudene et Djema, 2005). Selon Boudy (1952) selon les conditions de sol et de climat, la croissance est de 1 à 1,2 cm de circonférences par an, la production en bois est de 250 à 400 m³ par ha et l'accroissement en volume est de 2 à 3 m³ par ha et par an. Mestrovic (1970) signale que les tiges de chêne zéen peuvent atteindre des dimensions considérables ainsi qu'un âge élevé. C'est pourquoi il a trouvé partout en forêt des tiges avec un diamètre qui dépasse 100 cm et des tiges âgées de plus de 250 ans. Le pourcentage d'écorce

dans le volume total de l'arbre varie de 16 à 25% ou 20%. L'accroissement moyen de la tige moyenne à l'âge de 50 ans et sur les sols profonds de 0,006 m³ par an; sur les sols de profondeur moyenne de 0,004 m³ par an; sur les sols superficiels de 0,002 m³ par an. L'accroissement maximum de la tige moyenne se chiffrait à 0,016 m³ par an à l'âge de 65 ans. A cet âge l'accroissement courant annuel était de 0,024 m³ (Mestrovic, 1970). L'accroissement moyen de la tige moyenne à l'âge de 163 ans est de 0,0089 m³ an⁻¹ et à l'âge de 202 ans 0,0080 m³ an⁻¹ et à un âge de 245 ans 0,0055 m³ an⁻¹ (Rakrouki, 1979). Dans l'arboretum d'extension de l'Institut de Reboisement de Tunis (IRT) à Babouche les tiges abattues de chêne zéen, étaient âgées de 330 ans et leur diamètre à hauteur d'homme s'élevait à 120 cm. Il est important de mentionner que leur accroissement en diamètre à l'âge d'exploitation était d'environ 0,6 mm par an (Mestrovic, 1970).

Accroissement des peuplements

En Tunisie l'accroissement moyen annuel en bois de chêne zéen est de l'ordre de 1,03 m³ ha⁻¹ an⁻¹ (DGF, 2010). En Algérie et selon Messaoudène et Lucien (1991) l'accroissement moyen annuel de chêne zéen varie entre 1,4 à 7,6 mm an⁻¹ à 50 ans ensuite 3,8 à 12,9 mm an⁻¹ à l'âge de 100 ans et 6,4 à 17,6 mm an⁻¹ à un âge de 150 ans. La croissance radiale de chêne zéen est liée au facteur climatique, aux caractéristiques stationnelles et aux pratiques sylvicoles, l'espèce atteint leur optimum de croissance dans les stations fraîches, humides, à sols relativement bien drainés. Les coupes d'éclaircie améliorent la croissance radiale de *Q. canariensis* et la période séparent deux éclaircies pourrait être fixé à 15 ans. *Q. canariensis* est caractérisé par une forte dynamique de croissance (Messaoudène et Lucien, 1991). Selon Mestrovic (1970) l'accroissement courant des peuplements de chêne zéen en Tunisie varie entre 4 - 8 m³/ha/an dans les peuplements d'âge moyen. L'accroissement courant maximum se chiffre à 8,5 m³/ha/an à l'âge de 45 ans. Dans ce peuplement le volume sur pied est de 307,8 m³ d'où il s'ensuit que l'accroissement moyen annuel est de 6,8 m³. En Tunisie selon Rakrouki (1979) l'accroissement de chêne zéen varie de 1,84 à 10,14 m³ ha⁻¹an⁻¹. Mestrovic (1970) signale que lors de la mensuration de peuplement il a constaté que, par rapport au nombre de tiges existantes, environ 1/5 des tiges a été enlevé à l'occasion d'une coupe il y a trois ans. L'auteur a conclu que la production ligneuse s'échelonne de 2,5 m³ par hectare et par an sur les stations les plus pauvres, à 7 m³ par hectare et par an sur les stations les plus fertiles, à

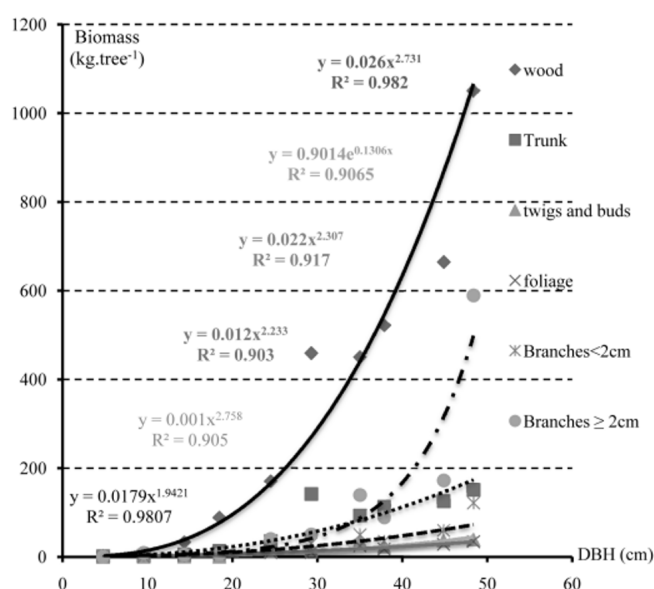


Figure 6: Estimation de la biomasse de chêne zéen (*Quercus canariensis*) dans la région de Kroumerie (Mokni et al., 2009)

une révolution d'environ 120 ans. Mestrovic (1970) estime que les forêts de chêne zéen en Kroumerie devraient être maintenues sur une superficie de 10 000 ha environ, sur laquelle on pourrait compter sur une production de 50 000 m³ par an. Le Procès-Verbal d'aménagement des forêts de chêne zéen en Tunisie prévoit annuellement l'exploitation de quelque 20000 à 25 000 m³ de bois de chêne zéen en Tunisie (Schroder, 1970).

Estimation de la biomasse du chêne zéen en Tunisie

La figure 6 et le tableau 2 présente les équations allométriques et la production de la biomasse en Tunisie. La biomasse totale selon El Mokni et al. (2009) varie entre 211 et 267 Mg ha⁻¹.

LA RÉGÉNÉRATION DE CHÊNE ZÉEN

La régénération constitue la base de la sylviculture, le Chêne zéen se régénère par semis naturel, par rejets de souches et par drageons et par régénération assistée (Messaoudène et al., 2009). Le peuplement de Chêne zéen âgé assure sa régénération naturelle à partir de sa propre semence. Si les recrûs (ensemble des jeunes semis) étaient insuffisants, il suffirait d'une éclaircie un peu forte pour provoquer l'apparition de nombreux brins, mais il faut que cette régénération soit protégée contre le pâturage (Boudy,

Tableau 2: Équations de régression des biomasses partielles (y en kg) des arbres abattus de chêne zéen en fonction des DBH sur écorce (x en cm) El Mokni et al. (2012)

Compartiment de l'arbre	Droite de régression	n	R ²	r
Bois du tronc	$y = 0.0012 x^{2.7211}$	10	0.9822	0.93934918
Écorce du tronc	$y = 0.0016 x^{2.3072}$	10	0.9173	0.91184599
Feuilles	$y = 0.0019 x^{1.9421}$	10	0.9807	0.95361307
Bourgeons et Brindilles	$y = 4E-05 x^{2.7587}$	10	0,9059	0.93459379
Rameaux < 2cm	$y = 0.001 x^{2.2331}$	10	0.9037	0.87430413
Rameaux ≥ 2cm	$y = 0.0094 x^{2.6081}$	10	0.8996	0.7429441

n: nombre total d'arbres abattus; R²: coefficient de détermination; r: coefficient de corrélation

1952). Dans le cadre de la régénération assistée le choix au préalable de semenciers des arbres d'élite présentant des critères intrinsèques et extrinsèques et une bonne adaptation au milieu. La régénération naturelle de chêne zéen elle est gérée par le peuplement sans aucune intervention de l'homme, un tapis de semis est formé tout autour des arbres. La compétition entre les plants, réduit au fur et à mesure le nombre des individus, seuls les plants les plus vigoureux survivent. Les rejets de souches et drageons : ce traitement est préconisé pour répondre aux besoins de production des bois de petits diamètres. Cette méthode aboutit au régime de taillis sous futaie (Hamidouche, 2010).

LES AGENTS DESTRUCTEURS DE BOIS DE CHÊNE ZÉEN

Aujourd'hui, la forêt de chêne zéen est confrontée à une dégradation progressive et irréversible. Des maquis et des broussailles se sont installés au détriment des essences principales et nobles notamment le chêne zéen, et ce sous l'influence de plusieurs facteurs, tel que les incendies répétés et l'action anthropique (les défrichements, le surpâturage et l'exploitation abusive). Mokhtari (2005), a souligné que l'homme a partout assisté, déclenché et accéléré le déboisement et empêché ou freiné les régénérations naturelles avec une inconscience et un fatalisme nocif. En outre, les différentes maladies, insectes ravageurs et les changements climatiques jouent aussi un rôle négatif, exemple de dépérissement des chênes zéen. Aussi nous ajoutons à cet ensemble de facteurs l'absence de l'aménagement et de traditions sylviculturales en Tunisie. La Tunisie se trouve dans le besoin intense d'asseoir et/ou de renforcer sa politique forestière par une meilleure connaissance de ses ressources naturelles et /ou de ses potentialités forestières, d'où l'intérêt de choix des méthodes à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs fixés dans ces programmes. Le chêne zéen, dans un peuplement pur, constitue une barrière contre la propagation du feu, vu le manque de sous-bois (Seigue, 1985). Dans les peuplements mélangés, les incendies répétés entraînent de graves dommages pour cette espèce (Hamidouche, 2010). Les pressions exercées par l'homme (coupes illicites, défrichements et surpâturages), réduisent aussi les superficies des zénaies. Quant à la dégradation de la valeur et de la qualité du bois, on peut citer différents types de maladies résultantes des attaques d'agents pathogènes, de champignons et d'insectes xylophages. Certains provoquent une destruction totale de l'arbre d'autres sont à l'origine de la réduction de la croissance de l'arbre et la dépréciation de la qualité technologique du bois (Hamidouche, 2010). Tafer (2000) note que la maladie de l'oïdium est la plus commune et grave chez les chênes. Mansour (1984) de son côté souligne que l'agent inféodé des fagacées est le *Microsphaera alphitoïdes*.

CONCLUSION

Avant la colonisation le chêne zéen a occupé d'après des évaluations anciennes 100 000 hectares dans le Nord-Ouest de la Tunisie et il était en bon état de végétation et ne pas poser de problèmes majeurs de régénération. Ensuite en 1970 cette superficie a diminué à 40 000 hectares, dont 10 000 hectares en peuplements purs et 30 000 hectares en

mélange avec le chêne liège. Selon l'inventaire forestier qui a été réalisé en 2010 la superficie de chêne zéen est estimée à 8332 ha en peuplement pur et 13 651 ha en mélange avec le chêne liège et 70 ha en mélange avec divers pins. La forêt de chêne zéen a perdu, au bout de 40 ans, environ 40 % de sa superficie. Cependant, des nouvelles espèces forestières ont occupé le paysage dès la fin des années 1980, comme l'acacia, le pin d'Alep, l'eucalyptus, le pin pignon et le pin maritime qui envahissent maintenant l'écosystème de chêne zéen et de chêne liège. Aujourd'hui, la forêt de chêne zéen est confrontée à une dégradation progressive et irréversible. D'où l'intérêt de choix des traitements sylvicoles est indispensable pour atteindre les objectifs de conservation et de valorisation dans les programmes d'aménagements forestiers de cette espèce noble et considérée comme un patrimoine naturel en Tunisie.

RÉFÉRENCES

- Aissi A.; Beghami Y.; Heuertz M. (2019). Le chêne faginé (*Quercus faginea*, Fagaceae) en Algérie: potentiel germinatif et variabilité morphologique des glands et des semis. *Plant Ecology and Evolution*, 152: 437-449.
- Boudy P. (1950). Économie forestière Nord-Africaine. Monographie et Traitement des essences. Paris, 229-249.
- Boudy P. (1952). Guide du Forestier en Afrique du Nord. La maison rustique. Ed. Paris. 505 p.
- Chakroun M.L., Ben M'hamed M. (1994). Rapport National de la Tunisie. 16 sessions du comité Silva-Mediterranea. Larnaca. 37p.
- Cochet P. (1961). Rapport provisoire au gouvernement de la Tunisie sur les aménagements forestiers en Tunisie. *Rapport FAO/61 A.601*, 92 pages. Rome.
- Debazac E.F. (1959). La végétation forestière en Kroumirie, *Annales École Nationale des Eaux et Forêts*, Nancy, Tome XVI-fasc. 2.
- De Montgolfier J. (1986). La forêt tunisienne compte rendu de voyage d'étude. *Forêt méditerranéenne*, T VII: 27-39.
- DGF. (2010). Inventaire forestier et pastoral. Direction Générale des Forêts. Ministère de l'Agriculture. 73 p.
- El Mokni R., Mahmoudi M.R., Sbei H., El Aouni M.H. (2012). Évaluation de la biomasse épigée des peuplements naturels de chêne zéen (*Quercus canariensis* Willd.) dans les forêts de Kroumirie (Nord-Ouest de la Tunisie). *Integrated Protection in Oak Forests IOBC/wprs Bulletin*, 76: 47-50.
- El Mokni R., Mahmoudi M.R., Sebei H., El Aouni M.H. (2009). Estimating Above-Ground Biomass of Mirbeck's Oak (*Quercus canariensis* Willd.) in Kroumirie, Tunisia. *EFI Proceedings No. 57*, 2009. Modelling, Valuing and Managing Mediterranean Forest Ecosystems for Non-Timber Goods and Services Marc Palahí, Yves Birot, Felipe Bravo and Elena Gorriç (eds.) 157-167.
- Hamdi M., Piriou J., Lemperiere G. (2010). Paysage et Biodiversité. Apport de l'écologie du paysage au développement durable. Exemple des forêts de Kroumirie au nord-ouest de Tunisie. Colloque du SIFE. Paris. Biodiversité et évolution environnementale. UNESCO-Paris. 13p.
- Hamidouche C. (2010). Étude des relations entre les variables dendrométriques du chêne zéen (*Quercus canariensis* Willd.) dans la forêt d'Ath Ghobri (wilaya de Tizi-Ouzou). École Nationale Supérieure Agronomique. Algérie. 129 p.
- Hammiche A. (1978). Étude des relations entre le milieu stationnel et les caractéristiques dendrométriques de *Quercus merbeckii* Dur. Sur versant nord de la forêt de l'Akfadou ouest. *Mém. Ing. agr., INA, El Harrach, Algérie* 55p.
- Hoenisch U. (1970). Étude de l'écologie du chêne zéen (*Quercus faginea*) en kroumirie (Tunisie du nord). Chapitre I. 30p. Le chêne zen (*Quercus faginea*) en Kroumerie (Tunisie du Nord). Variété Scientifique. Institut National De Recherches Forestières. INRF.

- Hoenisch U., Mestrovic S., Shoenenberger A., Shroder P. (1970). Le chêne zen (*Quercus Faginea*) en Kroumerie (Tunisie du Nord). Variété Scientifique. Institut National De Recherches Forestières. INRF.
- Ksontini M. (1996). Étude Ecophysiologique des réponses à la contrainte hydrique du chêne liège (*Quercus suber*) dans le Nord-Tunisie: Comparaison Avec le chêne kermès (*Q. coccifera*) et le chêne zéen (*Q. faginea*). Thèse Présentée Pour Obtenir Le Grade De Docteur De l'Université. Sciences et techniques de l'environnement. Académie de Paris Université Paris XII Val de Marne. 184 p.
- Mansour M. (1984). Détermination des Oïdium du Chêne zéen (*Quercus mirbickii* Dur.) de la forêt de Béni Ghobri de Tizi-Ouzou. D E S en Biologie Végétale. Univ. Tizi-Ouzou.
- Mazeghrane O., Messaoud N. (1990). Contribution à l'analyse dendrométrique d'un peuplement naturel de chêne zéen (*Quercus canariensis* Willd) dans la forêt expérimentale de Tizi Oufellah (Beni-Ghobri). Mém. Ing. arg. univ. Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou, 54p.
- Messaoudene M., Djema A. (2005). Modélisation de la croissance radiale du chêne zéen (*Quercus canariensis* Willd.) par la méthode ARMA (pq): cas des chênaies du centre et de l'est de l'Algérie. *Annales de l'INRGREF*, 7: 125 -138.
- Messaoudene M., Tafer M., Loukkas A.; Marchal R. (2009). Étude de quelques propriétés physiques du bois de chêne zéen (*Quercus canariensis* Willd) de la forêt des Aït Ghobri (Algérie). *Bois et Forêts des Tropiques*, CIRAD de Montpellier, 39-50.
- Messaoudène M.; Lucien T. (1991). Croissance radiale de *Quercus canariensis* Willd. et *Quercus afares* Pomel. en Kabylie (Algérie). *Ecologia mediterranea*, 17: 119-133.
- Mestrovic S. (1970). Étude de la production du chêne zéen (*Quercus faginea*) En Kroumirie. Chapitre II. Le chêne zen (*Quercus Faginea*) en Kroumerie (Tunisie du Nord). Variété Scientifique. Institut National De Recherches Forestières. INRF.
- Mokhtari M. (2005). Modélisation de la croissance des peuplements du Chêne zéen (*Quercus canariensis* Willd) dans la forêt de Beni Ghobri (Yakourene) et de Souk Ahras. Th. Mag. Agr. INA, El Harrach, Alger. 100p + Annexes.
- Quezel P., Medail F. (2003). Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Ed. Elsevier SAS, 571p.
- Quézel P.; Bonin G. (1980). Les forêts feuillues du pourtour méditerranéen: constitution, écologie, situation actuelle et perspectives. *Revue Forestière Française*, 32: 253-268.
- Rabhi K. (2011). Ajustement de modèles hauteur- circonférence-âge pour le chêne zéen (*Quercus canariensis* Willd.) dans la forêt d'Akfadou (Tizi ouzou); effet de la densité et de la station. Magister en Foresterie Option: Gestion et Conservation des Ecosystèmes. Algérie. 82p.
- Rakrouki A. (1979). Détermination d'une sylviculture appropriée au chêne zéen. PFE. Institut Sylvo-Pastoral de Tabarka. 65p.
- Schroder P. (1970). Étude sur le bois de chêne zéen (*Quercus faginea*) SSp. Baetica (Webb.) Forme Mirbeckii (Dur.) de la Kroumirie (Tunisie du Nord). Le chêne zen (*Quercus faginea*) en Kroumerie (Tunisie du Nord). Variété Scientifique. Institut National De Recherches Forestières. INRF.
- Seigue A. (1985). La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes. Ed. Maison neuve et Larose, 502 p.
- Tafer M. (2000). Contribution à l'étude de la variabilité stationnelle de la qualité du bois de *Quercus canariensis* Willd. Dans la forêt de Béni-Ghobri (Tizi-Ouzou). Thèse magister, université M. M. Tizi-Ouzou, Algérie, 92 p.