

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

جامعة 20 اوت 1955- سكيكدة

UNIVERSITE 20 AOUT 1955- SKIKDA



Faculté des Sciences

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire Présenté en Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Filière : Sciences agronomiques

Spécialité : Systèmes de production agroécologique

Intitulé :

Etude de la variabilité morphologique de l'espèce *Quercus suber*
L. (1753), au sein de deux populations naturelles d'Algérie.

PRESENTE PAR :

M^{LLE} AISSAOUI RAHMA

M^{LLE} BENYAICHE MERIEM MALEK

M. LEKHELIFI MOHAMED LAMINE

M^{LLE} SEBBAGH RANIA

Membre de Jury:

M^{me} LAIB DJAMEL EDDINE (MCB)

Président

Université du 20 Août 1955 – Skikda

M. HAFSI Zakaria (MCB)

Encadrant

Université du 20 Août 1955 – Skikda

M^{me} SAYED Ibtissem (MCB)

Examinatrice

Université du 20 Août 1955 – Skikda

Année universitaire 2024/2025

Remerciements

Au terme de ce travail, nous exprimons notre profonde reconnaissance.

- ✚ Avant tout, nous remercions **Dieu, le Tout-Puissant**, de nous avoir accordé la force, la persévérance et la volonté nécessaires pour mener à bien ce mémoire.
- ✚ Nous adressons nos sincères remerciements à **Monsieur HAFSI Zakaria**, notre encadrant, pour son accompagnement attentif, sa patience, sa rigueur scientifique et sa disponibilité constante tout au long de l'élaboration de ce travail.
- ✚ Nous tenons également à remercier chaleureusement **Monsieur LAIB DJAMEL EDDINE** et **Madame SAYED Ibtissem**, membres du jury, pour l'intérêt qu'elles ont porté à notre travail en acceptant de l'évaluer.
- ✚ Enfin, nos remerciements vont à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire, par leur soutien moral, scientifique ou matériel.

Dédicace

MA CHÈRE MAMAN, TU AS QUITTÉ CE MONDE, MAIS TON AMOUR, TA BONTÉ ET TA LUMIÈRE CONTINUENT DE VIVRE EN MOI CHAQUE JOUR.

TON ABSENCE LAISSE UN VIDE IMMENSE, MAIS JE GARDE EN MOI TOUS LES PRÉCIEUX SOUVENIRS QUE NOUS AVONS PARTAGÉS.

QUE DIEU T'ACCORDE SA MISÉRICORDE INFINIE, T'ACCUEILLE DANS SON VASTE PARADIS ET FASSE DE TA TOMBE UN JARDIN DE PAIX ET DE SÉRÉNITÉ.

TU RESTERAS À JAMAIS DANS MON CŒUR, ET MES PRIÈRES T'ACCOMPAGNERONT TOUJOURS.

REPOSE EN PAIX, MAMAN. QUE TON ÂME SOIT COMBLÉE DE LUMIÈRE ET DE DOUCEUR.

...À MA MAMAN QUE J'AIME

À MON SUPPORT DE MA VIE, MON EXEMPLE ÉTERNEL, MON SOUTIEN MORAL, QUI M'A DIRIGÉ TOUJOURS VERS LA GLOIRE, QUE DIEU TE GARDE POUR MOI ;

....À TOI MON PÈRE...

À MES CHÈRE SŒUR NORA ET INTISSAR ET MON CHER FRÈRE ALI , ; QUI N'ONT PAS CESSÉ DE M'ENCOURAGER ET ME SOUTENIR,
QUE DIEU LES PROTÈGE ET LEURS OFFRE LA CHANCE ET LE BONHEUR.

À MON PETIT CŒUR ISRAA : QUE DIEU LA PROTÈGE

À MON FUTURE MARI : OUSSAMA MON BRAS DROIT

À MES DEUX GRANDES FAMILLES PATERNELLE ET MATERNELLE ;

QUE DIEU LEURS DONNE UNE LONGUE ET JOYEUSE VIE.

À MES CHÈRES COUSINS KHALI LAZHAR KHALED ET BILEL

ET MES CHÈRES COUSINES JENNA ET DALILA

À MES CHÈRES COPINES; ANFEL RANIA MIMI HADIL

QUI ONT TOUJOURS DE MES CÔTÉS

À NOTRE ENCADREUR : HAFSI ZAKARIA

FINALEMENT ;

À TOUTES LES PERSONNES AYANT CONTRIBUÉ DE PRÈS OU DE LOIN, D'UNE FAÇON OU D'UNE AUTRE DANS LA RÉALISATION DE CE TRAVAIL.



RAHMA

Dédicace

C'EST AVEC GRAND PLAISIR QUE JE DÉDIE CE MODESTE TRAVAIL :

À MONCHER PAPA,

MERCI POUR TON AMOUR, TA FORCE ET TON SOUTIEN. TU RESTERAS TOUJOURS DANS MON CŒUR, SOURCE D'INSPIRATION ET DE COURAGE.

QUI M'ONT TOUJOURS POUSSÉS ET MOTIVÉS DANS MES ÉTUDES PAR LEUR SOUTIEN ET LEURS ENCOURAGEMENTS. SANS EUX, JE N'AURAI JAMAIS TERMINÉ CE PROJET.

****À MA CHÈRE MAMAN,****

TON AMOUR M'ACCOMPAGNE CHAQUE JOUR. TA DOUCEUR, TA FORCE ET TES PRIÈRES VIVENT EN MOI À JAMAIS. TU ES MON ÉTOILE, MON REFUGE, MON ÉTERNELLE MAMAN.

****À MA PETITE SŒUR,****

TA PRÉSENCE EST UNE SOURCE DE JOIE ET DE TENDRESSE. GRANDIR À TES CÔTÉS EST UN CADEAU PRÉCIEUX. RESTE TOUJOURS AUSSI LUMINEUSE, CURIEUSE ET PLEINE DE VIE. JE T'AIME FORT.

****À MES CHÈRES COPINES,** RAHMA , RANIA, MAISSOUNE ET RYM ;**

MERCI POUR VOTRE AMITIÉ, VOS RIRES PARTAGÉS, VOTRE ÉCOUTE ET VOTRE SOUTIEN. VOUS RENDEZ CHAQUE MOMENT PLUS DOUX ET CHAQUE DIFFICULTÉ PLUS LÉGÈRE. JE SUIS CHANCEUSE DE VOUS AVOIR DANS MA VIE.

****À TOUS LES MEMBRES DE MA FAMILLE ET TOUTE PERSONNE ;**

QUI PORTE LE NOM BENYQICHE ET BENTOUMI.

VOICI UN MOT QUE TU PEUX ADRESSER À TES PROFESSEURS ET ENCADRANTS :

****À MES PROFESSEURS ET ENCADRANTS,****

JE VOUS ADRESSE MES SINCÈRES REMERCIEMENTS POUR VOTRE ACCOMPAGNEMENT, VOTRE PATIENCE ET VOS PRÉCIEUX CONSEILS TOUT AU LONG DE MON PARCOURS. VOTRE ENGAGEMENT ET VOTRE DÉVOUEMENT ONT GRANDEMENT CONTRIBUÉ À MA PROGRESSION ET À L'ABOUTISSEMENT DE CE TRAVAIL. MERCI DE M'AVOIR GUIDÉE AVEC RIGUEUR ET BIENVEILLANCE.

FINALEMENT,

À TOUTES LES PERSONNES QUI OCCUPENT UNE PLACE DANS MON CŒUR ;



MERIEM

Dédicace

À MON CHER PAPA,

MERCI POUR TA PRÉSENCE RASSURANTE, TON SOUTIEN SILENCIEUX ET TON AMOUR CONSTANT.

TA FORCE M'A TOUJOURS INSPIRÉ, ET TON EXEMPLE M'A GUIDÉ DANS LES MOMENTS DIFFICILES.

CE TRAVAIL TE DOIT BEAUCOUP.

À MON SUPPORT DE MA VIE, MON EXEMPLE ÉTERNEL, MON SOUTIEN MORAL, QUI M'A DIRIGÉ TOUJOURS VERS LA GLOIRE, QUE DIEU TE GARDE POUR MOI ;

À MA CHÈRE MAMAN,

TU AS ÉTÉ MA PREMIÈRE SOURCE D'AMOUR, DE FORCE ET DE SAGESSE. MÊME EN TON ABSENCE, TA DOUCEUR CONTINUE D'ÉCLAIRER MON CHEMIN. CHAQUE PAGE DE CE MÉMOIRE PORTE L'EMPREINTE DE TON AMOUR, CHAQUE LIGNE EST UN HOMMAGE À TOUT CE QUE TU M'AS DONNÉ. PUISSE ALLAH T'ACCUEILLIR DANS SA MISÉRICORDE INFINIE ET T'ACCORDER LA PAIX ÉTERNELLE.

À MON CHER FRÈRE OUSSAMA MA CHÈRE SŒUR NIHED,

QUI N'ONT PAS CESSÉ DE M'ENCOURAGER ET ME SOUTENIR, QUE DIEU LES PROTÈGE ET LEURS OFFRE LA CHANCE ET LE BONHEUR.

À MES DEUX FAMILLES SEBBAGH ET GEURDA ;

MERCI POUR VOTRE AMOUR, VOTRE SOUTIEN ET VOTRE PRÉSENCE DANS MA VIE.

À MES CHÈRES COPINES ; ANFEL RANIA MIMI HADIL

QUI ONT TOUJOURS DE MES CÔTÉS

À MES CHÈRES COPINES MIMI RAHMA YASSMINE ET RAYANE ;

MERCI POUR VOS SOURIRES, VOTRE COMPLICITÉ ET TOUS LES BEAUX MOMENTS PARTAGÉS. VOTRE AMITIÉ EST UN VRAI TRÉSOR.

À NOTRE ENCADREUR : HAFSI ZAKARIA

FINALEMENT ;

À TOUTES LES PERSONNES AYANT CONTRIBUÉ DE PRÈS OU DE LOIN, D'UNE FAÇON OU D'UNE AUTRE DANS LA RÉALISATION DE CE TRAVAIL



RANIA

Dédicace

JE DÉDIE CE MÉMOIRE, FRUIT DE PLUSIEURS MOIS DE TRAVAIL, DE RÉFLEXION ET DE PERSÉVÉRANCE :

À MES PARENTS POUR LEURS SACRIFICES, LEURS PRIÈRES ET LEUR SOUTIEN MORAL CONSTANT. SANS EUX, RIEN DE TOUT CELA N'AUROIT ÉTÉ POSSIBLE

À MES FRÈRES ET SŒURS, POUR LEUR PATIENCE, LEUR COMPRÉHENSION ET LEURS ENCOURAGEMENTS PERMANENTS

À MES AMIS PROCHES, POUR LEUR ÉCOUTE, LEUR HUMOUR, LEUR PRÉSENCE DANS LES MOMENTS DE DOUTE COMME DANS LES INSTANTS DE JOIE

À MES ENSEIGNANTS ET ENCADRANTS, POUR LEUR ACCOMPAGNEMENT BIENVEILLANT, LEURS CONSEILS ÉCLAIRÉS, ET LEUR RIGUEUR ACADÉMIQUE

ET ENFIN, À MOI-MÊME

POUR AVOIR CRU EN MES RÊVES, POUR N'AVOIR JAMAIS ABANDONNÉ MALGRÉ LES OBSTACLES, ET POUR AVOIR MENÉ CE PROJET JUSQU'AU BOUT AVEC DÉTERMINATION ET PASSION.



MOHAMED

Abréviation

A ou IC	Amplitude thermique annuelle moyenne (T max- T min)
ACP	Analyse en composantes principales
ANOVA	Analyse de la variance
CF	Couleur de la feuille
CHA	Classification hiérarchique ascendante
FA	Forme de l'apex
FB	Forme de la base du limbe
FF	Forme de la feuille
FM	Forme de la marge
FP	Forme de l'insertion du pétiole
LN	Longueur de la nervure médiane visible
LNF	Longueur de la feuille
LRF	Largeur de la feuille
M	Valeur de la moyenne des maxima du mois le plus chaud (°C)
m	Valeur de la moyenne des minima du mois le plus froid (°C)
M'	Valeur de la moyenne des minima du mois le plus chaud (°C)
NE	Nombre d'épines marginales
NN	Nombre des nervures secondaires visible
P	Pluviométrie totale annuelle (mm/ an)
Q3	Quotient pluviothermique d'Emberger modifié par Stewart
RF	Rapport (longueur\ largeur) de la feuille
RFP	Rapport longueurs (feuille \ pétiole)
SF	Symétrie de la feuille
T max	Valeur la plus forte des moyennes mensuelles (°C)
T min	Valeur la plus faible des moyennes mensuelles (°C)
T	Valeur de la moyenne annuelle (°C)

LISTE DES TABLEAUX

Titre du Tableau	Page
Tableau 1. Différentes classifications du genre <i>Quercus</i> L.	3
Tableau 2. Principaux chênes Algériens et leurs superficies (en ha)	6
Tableau 3. Principales caractéristiques géographiques des sites étudiés.	11
Tableau 4. Caractéristiques des stations climatiques de référence, périodes et sources des données (O.N.M. d'Alger).	13
Tableau 5. Paramètres et indices climatiques appliqués pour les sites d'échantillonnage.	13
Tableau 6. Données thermiques (en C°) et pluviométriques (en mm) corrigées des sites étudiés	15
Tableau 7. Types de régime saisonnier correspondants aux sites d'échantillonnage.	15
Tableau 8. Types et sous-types de continentalité thermique selon Rivas-Martinez (2005a)	16
Tableau 9. Valeurs de l'amplitude annuelle moyenne et Bioclimats correspondants selon les classifications de Rivas-Martinez (2005).	17
Tableau 10. Pluviométrie, températures et quotients d'aridité des sites étudiés	18
Tableau 11. Variables morphologiques quantitatives mesurées.	22
Tableau 12. Variables morphologiques qualitatives étudiées.	22
Tableau 13. Caractéristiques des caractères quantitatifs mesurés pour les feuilles des deux stations	28
Tableau 14. Fréquences (%) pour les variables qualitatives par station.	29
Tableau 15. Corrélations entre les variables quantitatives mesurées relative aux feuilles	30
Tableau 16. Valeurs propres issues de l'ACP.	33
Tableau 17. Corrélations entre les variables sur le plan factoriel (1x2).	33

LISTE DES FIGURES

Titre de la Figure	Page
Figure 1. Situation du genre <i>Quercus</i> dans le monde selon Romuald (2007).	5
Figure 2. Allure générale chêne liège (Aissaoui et al., 2025)	8
Figure 3. Feuilles de chêne liège (Aissaoui et al., 2025)	8
Figure 4. Habitat sableux favorable au chêne-liège (Aissaoui et al., 2025)	9
Figure 5. Aire de répartition de chêne liège dans le monde (Aissaoui et al., 2025).	10
Figure 6. Aire de répartition du chêne liège en Algérie (DGF, 2007).	10
Figure 7. Localisation des deux sites d'échantillonnage de notre espèce. Zitouna (Z) et Oualbane (O).	11
Figure 8. Diagramme ombrothermique de Bagnouls & Gaussen des stations d'échantillonnage. Zitouna (Z) et Oualbane (O).	17
Figure 9. Situation des sites d'échantillonnage dans le climagramme d'Emberger concernant notre espèce. Zitouna (Z) et Oualbane (O).	19
Figure 10. Matériel de laboratoire utilisé	21
Figure 11. Dimensions d'une feuille dentée (B).	21
Figure 12. Analyse en composante principales (ACP) des variables morphologiques quantitatives et environnementales concernant les feuilles : Cercle de corrélation des variables (A) et diagramme de dispersion des individus (60 arbres) (B).	34
Figure 13. Dendrogramme de la classification hiérarchique ascendante appliquée à l'ensemble des deux populations par la méthode de WORD via la distance euclidienne.	35

Table des Matières

Titre	Page
Remerciements	
Dédicaces	
Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction	1

CHAPITRE I : PRÉSENTATION DE L'ESPÈCE

1. Présentation du genre <i>Quercus</i>	3
1.1 Généralités et historique	3
1.2 Taxonomie et clés de classification des espèces du genre	3
1.3 Caractères dendrologiques	4
1.4 Aire de répartition du genre <i>Quercus</i>	5
1.4.1 Dans le monde	5
1.4.2 En Algérie	5
1.5 Intérêts et usages	6
1.6 Description des chênaies en Algérie	6
2. Présentation de l'espèce étudiée - <i>Quercus suber</i> L.	7
2.1 Description et historique	7
2.2 Étymologie et systématique	7
2.3 Caractères dendrologiques de l'espèce	7
2.3.1 Caractères botaniques	7
2.3.1.1 Allure générale	7
2.3.1.2 Feuilles	8
2.3.1.3 Fleurs et floraison	9
2.3.1.4 Fruits et fructification	9
2.3.2 Caractères écologiques	9
2.3.2.1 Facteurs climatiques	9
2.3.2.2 Facteurs édaphiques	9
2.4 Répartition géographique de l'espèce	9
2.4.1 Dans le monde	9
2.4.2 En Algérie	10

CHAPITRE II : ÉTUDE DU MILIEU, MATÉRIEL & MÉTHODES

1. Étude du milieu	11
1.1 Étude physique	11
1.1.1 Choix et localisation	11
1.1.2 Cadre administratif et biogéographique	12
1.1.2.1 Zitouna	12
1.1.2.2 Oualbane (Sétif)	12
1.2 Étude climatique	13
1.2.1 Sources et périodes des données météorologiques	13

1.2.2 Paramètres et indices climatiques étudiés	13
1.2.3 Données et paramètres climatiques	14
1.2.4 Synthèse climatique	14
1.2.4.1 Le régime saisonnier	14
1.2.4.2 La continentalité	14
1.2.4.2.1 La continentalité thermique	16
1.2.4.3 La sécheresse	17
1.2.4.3.1 Indice de Bagnouls et Gausson (1953) et diagramme ombrothermique	17
1.2.4.3.2 Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger	17
2. Matériel et méthodes	20
2.1 Matériel	20
2.1.1 Matériel végétal	20
2.1.2 Dispositif expérimental	20
2.2 Méthodes	20
2.2.1 Étude morphométrique	20
2.2.1.1 Choix des caractères	20
2.2.1.2 Mensurations	20
2.2.2 Méthodes d'analyses statistiques	23
2.2.2.1 Types des caractères	23
2.2.2.2 Tests de normalité	23
2.2.2.3 Statistiques descriptives	23
2.2.2.4 Tests de significativité	23
2.2.2.5 Tests de corrélation	23
2.2.2.6 Analyses factorielles	23
2.2.2.7 Logiciels appliqués	24

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION

1. Résultats	25
1.1 Morphométrie	25
1.1.1 Les caractères quantitatifs	25
1.1.1.1 Longueur de la feuille (LNF)	25
1.1.1.2 Largeur de la feuille (LRF)	25
1.1.1.3 Rapport (Longueur/ Largeur) de la feuille (RF)	25
1.1.1.4 Longueur du pétiole (LNP)	25
1.1.1.5 Rapport longueurs (feuille/ pétiole) (RFP)	25
1.1.1.6 Nombre des nervures secondaires visibles (NN)	26
1.1.1.7 Nombre d'épines marginales (NE)	26
1.1.2 Les caractères qualitatifs	26
1.1.2.1 Symétrie de la feuille (SF)	26
1.1.2.2 Forme de la feuille (FF)	26
1.1.2.3 Couleur de la feuille (CF)	26
1.1.2.4 Forme de l'apex (FA)	27
1.1.2.5 Forme de la base du limbe (FB)	27
1.1.2.6 Forme de la marge (FM)	27
1.1.2.7 Forme de l'insertion du pétiole (FP)	27

1.2 Analyse de la diversité morphologique	31
1.2.1 Tests de significativité	31
1.2.2 Tests de corrélation	31
1.2.3 Tests multivariés	31
1.2.3.1 Analyse en composantes principales (ACP)	31
2. Discussion	35
2.1 Effet des facteurs environnementaux	35
2.2 Comparaison des données recueillies sur l'espèce	36
Conclusion	38
Références bibliographiques	39
Résumé	

Introduction

La famille des *Fagaceae* regroupe plusieurs genres d'arbres feuillus, parmi lesquels *Fagus*, *Castanea* et surtout *Quercus*, ce dernier étant l'un des genres les plus diversifiés dans les écosystèmes forestiers de l'hémisphère nord (Manos et al., 2001). En Algérie, les chênes occupent une place essentielle dans le paysage forestier, notamment dans les régions nordiques et nord-est du pays (Alatou, 1994 ; Bouzid et al., 2018).

Parmi les représentants du genre *Quercus*, le chêne-liège (*Quercus suber* L.) constitue une espèce d'une grande importance écologique, économique et patrimoniale dans la région méditerranéenne (Pausas et al., 2009). Il s'agit d'un arbre sempervirent, caractérisé par son écorce épaisse, subéreuse, utilisée pour la production du liège. En Algérie, le chêne-liège se développe principalement dans les étages bioclimatiques subhumides à humides, entre 400 et 1000 mètres d'altitude, sur sols siliceux ou acides (Benzyane et Alifriqui, 1999 ; Meddour et al., 2004).

Ce taxon joue un rôle majeur dans la conservation des sols, la régulation hydrique et le maintien de la biodiversité, en plus de sa valeur socio-économique liée à l'exploitation du liège. Cependant, les peuplements de chêne-liège en Algérie sont actuellement soumis à diverses pressions, telles que les changements climatiques, les incendies de forêt, le surpâturage et les pratiques d'exploitation non durables (Meddour et al., 2004 ; Nedjraoui & Bédrani, 2008). Ces pressions peuvent entraîner une régression démographique ainsi qu'une variabilité morphologique au sein des populations naturelles.

Malgré l'importance de cette espèce, peu d'études approfondies ont été menées en Algérie sur la variabilité morphologique des feuilles de *Quercus suber*, contrairement à d'autres régions du bassin méditerranéen où plusieurs recherches ont été réalisées sur les caractéristiques foliaires, la régénération naturelle ou encore la réponse aux facteurs abiotiques (Varela & Granados, 1993 ; Jiménez et al., 2005 ; López de Heredia et al., 2007).

Ainsi, l'objectif principal de ce travail est d'étudier la variabilité morphologique foliaire de *Quercus suber* L. dans deux populations naturelles algériennes (Zitouna à Skikda et Oualbane à Mila et en vue de mieux comprendre le statut morpho-systématique de cette espèce, ainsi que l'influence des facteurs environnementaux sur ses caractéristiques phénotypiques.

Pour atteindre cet objectif, ce mémoire est structuré en trois chapitres distincts, précédés de cette introduction :

- Le premier chapitre présente une synthèse bibliographique sur l'espèce *Quercus suber*

L. : classification, distribution, biologie, caractéristiques écologiques, usages et importance.

- Le deuxième chapitre est consacré à la description des zones d'étude, au matériel végétal collecté et à la méthodologie suivie pour les mesures morphologiques.
- Le troisième chapitre expose les résultats obtenus, accompagnés de leur interprétation et discussion à la lumière des données antérieures.

Ce travail se conclut par une synthèse des résultats principaux, suivie de perspectives pour la conservation et la gestion durable des peuplements de chêne-liège en Algérie.

CHAPITRE I

PRESENTATION DE L'ESPECE



1. Présentation du genre *Quercus*

1.1 Généralités et historique

La famille des *Fagaceae* comprend quelques 1000 espèces regroupées dans 9 genres dont les plus communs des forêts tempérées sont représentés par *Fagus*, *Castanea* et *Quercus* (Manos et al., 2001). Ce dernier (*Quercus*) comprend plusieurs centaines d'espèces allant de 200 à 600 selon les auteurs (Natividade, 1956 ; Oli, 2005). Ce genre *Quercus*, qui se développe massivement vers la fin du Tertiaire, semble avoir atteint une distribution généralisée au cours de l'Eocène supérieur jusqu'à l'Oligocène inférieur (Manos & Stanford, 2001).

La distribution actuelle des Chênes résulte des alternances climatiques périodiques qui se sont amplifiées au Quaternaire (Le Corre, 1997 ; Kremer et al., 2002).

1.2 Taxonomie et clés de classification des espèces du genre

La systématique du genre *Quercus* L. est la suivante (tableau 1) :

Tableau 1. Différentes classifications du genre *Quercus* L.

Cronquist (1981)	APG III (Chase & Reveal, 2009)
Règne : <i>Plantae</i>	Clade : <i>Angiospermes</i>
Sous règne : <i>Tracheobionta</i>	Clade : <i>Dicotylédones vraies</i>
Division : <i>Magnoliophyta</i>	Clade : <i>Rosidaeae</i>
Classe : <i>Magnolipsida</i>	Clade : <i>Fabidaeae</i>
Sous-classe : <i>Hamamelidae</i>	Ordre : <i>Fagales</i>
Ordre : <i>Fagales</i>	Famille : <i>Fagaceae</i>
Famille : <i>Fagaceae</i>	Genre : <i>Quercus</i>
Genre : <i>Quercus</i>	

Et selon Bardat et al. (2004) la classification phytosociologique est ci-dessous :

Classe : *Quercetea ilicis*

Ordre : *Quercetalia lici*

Alliance : *Quercion ilicis*

Sous-alliance : *Quercenion ilicis*

Le genre *Quercus* est sans doute un des genres forestiers les plus riches en espèces (200 à 400 espèces réparties dans l'hémisphère Nord), mais, aussi un des plus controversés. Leur nombre fait

l'objet de polémiques entre les taxonomistes, en raison des nombreuses formes intermédiaires résultant de l'introgression entre ses espèces (Medjmadj, 2014). Donc, ce genre, il a été divisé en sous-genres et en sections (Berrichi, 2011).

Aussi, les caractères les plus apparents, qui permettent habituellement de comparer et de distinguer les chênes sont tirés de la cupule (Berrichi, 2011). En effet, selon Camus (1934), ce genre se subdivise en deux sous-genres : les *Euquercus* et les *Cyclobalanopsis*. Ce dernier n'est présent qu'en Asie alors que le premier comporte 6 sections : *Cerris* (*Q. suber*, 35 espèces) ; *Mesobalanus* (*Q. Toza*, 5 espèces) ; *Lepidobalanus* (*Q. Petraeae*, *Q. robur*, 152 espèces) ; *Macrobalanus* (13 espèces) ; *Protobalanus* (*Q. chrysolepsis*, 2 espèces) et *Erythrobalanus* (*Q. rubra*, 136 espèces).

1.3 Caractères dendrologiques

Selon Bayer et al. (2005) et Berrichi (2011), le genre *Quercus* compte plusieurs centaines d'espèces caduques, persistantes ou semi-persistantes, originaires des régions tempérées, tropicales ou subtropicales qui se caractérisent par :

- **Port** : Selon l'espèce, le chêne peut être un arbre de plusieurs dizaines de mètres de haut (chêne sessile), ou un grand arbuste (chêne vert) ou un arbrisseau (chêne kermès). De croissance rapide, il est capable de vivre plusieurs siècles, son tronc atteignant plus de 50 cm de diamètre. Le port du chêne varie aussi selon les espèces. L'écorce est de couleur grise.
- **Feuilles** : De nombreuses espèces présentent des feuilles avec un bord lobé, mais certaines ont des feuilles entières avec un bord lisse ou denté.
- **Fleurs** : Les fleurs sont des chatons qui apparaissent au printemps. Les fleurs femelles sont isolées les unes des autres et entourées d'une enveloppe écailleuse, " la cupule ", à l'extrémité d'un pédoncule de longueur variable. Le fruit est un akène, appelé "gland", fixé dans une structure appelée cupule. Quand il est mûr, en septembre, il tombe de lui-même et quitte sa cupule.
- **Bois** : En général, les chênaies ont un bois très durable servant à une multitude d'usages.

1.4 Aire de répartition du genre *Quercus*

1.4.1 Dans le monde

Nixon (1993) rapporte qu'il existe 394 à 448 espèces de ce genre, toutes réparties dans l'hémisphère boréal (Figure 01).

- Elles occupent surtout les régions tempérées du Nord de l'Amérique, de l'Europe et de l'Asie ;
- Elles poussent aussi dans certaines zones tropicales et subtropicales en Amérique centro-méridionale, en Afrique du Nord et en Asie

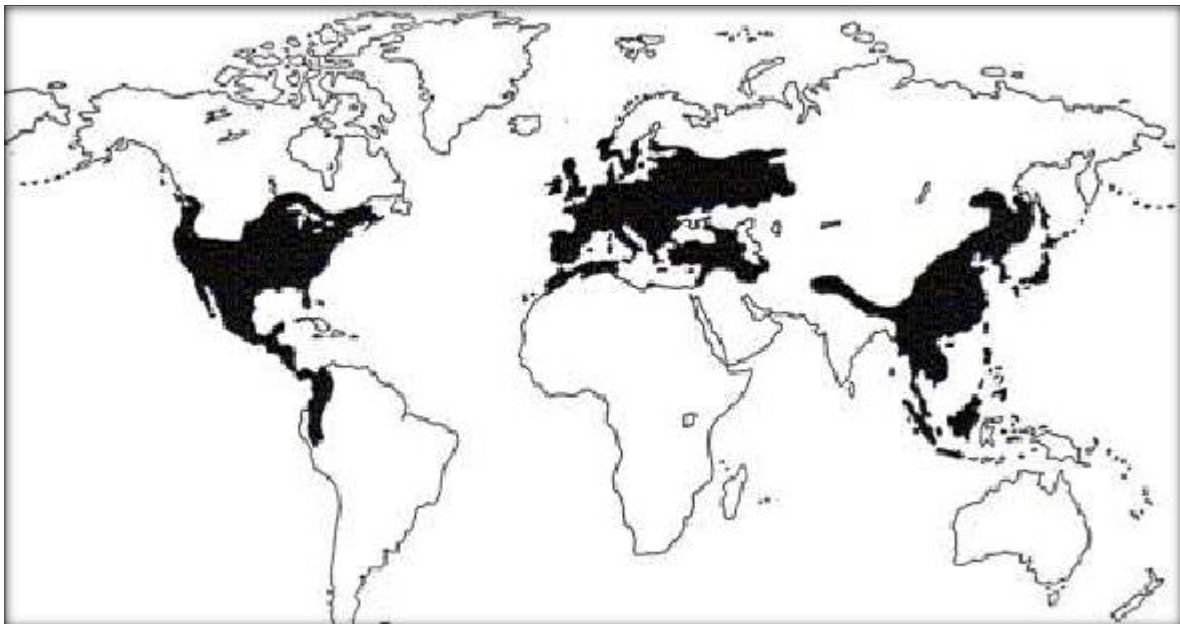


Figure 1. Situation du genre *Quercus* dans le monde selon Romuald (2007).

1.4.2 En Algérie

En Algérie, la chênaie est très inégalement répartie, les plus belles futaies denses occupent les montagnes de Kabylie et à l'est jusqu'à la frontière tunisienne (Messaoudene, 1996). Géographiquement, on peut distinguer trois zones principales :

- Le littoral Est et les massifs côtiers humides et sub-humides ; on y trouve les forêts les plus denses de chênes liège avec 229 000 ha qui se localisent principalement dans le nord-est du pays et les chênes caducifoliés (zéen et affairés) avec 65 000 ha soit 6,9 % de la surface totale boisée (Messaoudene, 1996). Ces peuplements occupent les milieux les plus frais et les

altitudes élevées dans la subéraie. Avec sa croissance rapide, le zéen a tendance à recoloniser les subéraies.

- Les hautes plaines continentales avec les grands massifs de Pin d'Alep et de Chênes verts. Le chêne vert est surtout abondant dans le nord-ouest du pays. Il étage semi-aride joue avec le thuya et le genévrier un rôle de protection (PNDF, 1984).
- L'Atlas Saharien avec, les maquis de chênes verts et de genévriers.

1.5 Intérêts et usages

La production du bois des chênes est de première importance. Son utilisation principale concerne la menuiserie (ébénisterie, tonnellerie, ...) (Camus, 1945 et Derory, 2005). L'écorce des chênes renferme du tanin qui sert à la fabrication de produits cosmétiques et surtout dans le tannage du cuir (Dilem, 1982). Les fruits de beaucoup de Chênes (riches en amidon et en huiles végétales) sont employés pour nourrir les animaux et même en alimentation humaine. Ils produisent une quantité suffisante d'alcool (*Q. sessilis*, *Q. Robur*, *Q. ilex*) qui peut être employé notamment dans les moteurs à explosion (Camus, 1945). L'écorce, les glands et les feuilles, riches en tanins, possèdent un pouvoir astringent très puissant.

En Algérie, les chênaies sont les seules forêts capables de produire des bois durs convenant à la menuiserie fine, à l'ameublement, aux traverses de chemins de fer et des emplois de haute qualité de résistance mécanique (Letreuch-Belarouci, 1995).

1.6 Description des chênaies en Algérie

Les principaux chênes Algériens sont : Chêne liège, Chêne vert, Chêne zéen, Chêne afarès et Chêne kermès (tableau 2).

Selon la Direction Générale des Forêts (DGF, 2014), 21% des forêts algériennes sont constituées de chêne liège et 3% de chêne Zéen.

Tableau 2. Principaux chênes Algériens et leurs superficies (en ha)

Source bibliographique	Chêne liège	Chêne vert	Chêne Zéen et afarès
Boudy (1955)	426000	679000	-
DGF (2007)	230 000	108 000	48 000

2. Présentation de l'espèce étudiée - *Quercus suber* L.

2.1 Description et historique

Le chêne-liège est une espèce forestière typiquement méditerranéenne, largement répandue dans le pourtour ouest du bassin méditerranéen. Il est particulièrement connu pour son écorce épaisse, appelée liège, qui est exploitée économiquement depuis l'Antiquité (Barbero et al., 1992).

Cette espèce occupe environ 2,2 millions d'hectares dans le monde, principalement au Portugal, en Espagne, en Algérie et au Maroc (FAO, 2010).

En Algérie, sa superficie est estimée entre 230 000 et 350 000 hectares (DGF, 2014). Il est présent depuis le Paléogène et a connu un développement important durant le Miocène (Barbero et al., 1992).

2.2 Étymologie et systématique

- **Nom latin** : *Quercus suber* L.
- **Noms communs** : chêne-liège (FR), cork oak (EN), alcornoque (ES)

Sur le plan taxonomique, il appartient au genre *Quercus*, sous-genre *Euquercus*, section *Cerris* (Quézel & Médail, 2003). Contrairement au chêne vert, *Quercus suber* ne pose pas de problème de classification majeure, bien que des hybridations avec *Quercus ilex* soient fréquentes dans les zones de contact, donnant naissance à des hybrides fertiles (Perea et al., 2017).

2.3 Caractères dendrologiques de l'espèce

2.3.1 Caractères botaniques

2.3.1.1 Allure générale

Le chêne-liège est un arbre sempervirent de 10 à 20 mètres de haut, au tronc sinueux et court. Il possède une écorce très épaisse, liégeuse, crevassée et spongieuse, qui peut atteindre jusqu'à 10 cm (Barbero & Loisel, 1980). Son système racinaire est pivotant et bien adapté à la sécheresse (Quézel & Médail, 2003).



Figure 2. Allure générale chêne liège (Aissaoui et *al.*, 2025)

2.3.1.2 Feuilles

Les feuilles sont alternes, coriaces, ovales à elliptiques, souvent dentées, vert foncé brillant sur le dessus et grisâtres dessous (Somon, 1987). Le pétiole est plus long que chez *Q. ilex* (jusqu'à 1 cm).



Figure 3. Feuilles de chêne liège (Aissaoui et *al.*, 2025)

2.3.1.3 Fleurs et floraison

Monoïque, l'arbre porte des fleurs mâles (chatons jaunes de 4 à 6 cm) et des fleurs femelles (solitaires) qui apparaissent au printemps, en avril-mai. La pollinisation est anémophile (Floret et al., 1992).

2.3.1.4 Fruits et fructification

Les glands sont ovoïdes, brun clair, regroupés par 1 à 3, et mûrissent en une seule année. La fructification commence vers 15–20 ans et devient régulière à partir de 30 ans (Barbero et al., 1992).

2.3.2 Caractères écologiques

2.3.2.1 Facteurs climatiques

Le chêne-liège prospère dans les étages bioclimatiques subhumides à humides. Il tolère des températures élevées (> 40°C) et des précipitations moyennes de 500 à 1200 mm/an (Sauvage, 1961). Il est sensible aux gels intenses (limite vers -8°C).

2.3.2.2 Facteurs édaphiques

Il préfère les substrats siliceux, acides, pauvres en bases, et rejette les sols calcaires actifs (Boudy, 1952 ; Quézel, 1979). Il est fréquent sur schistes, grès, granite et sols sableux bien drainés (Achhal, 1979).



Figure 4. Habitat sableux favorable au chêne-liège (Aissaoui et al., 2025)

2.4 Répartition géographique de l'espèce

2.4.1 Dans le monde

Quercus suber est présent essentiellement dans l'Ouest du bassin méditerranéen : Portugal, Espagne, France (Corse), Italie (Sardaigne), Algérie, Maroc et Tunisie (Caudullo et al., 2017). Le Portugal et l'Espagne concentrent plus de 80 % de la production mondiale de liège.



Figure 5. Aire de reptation de chêne liège dans le monde (Aissaoui et al., 2025).

2.4.2 En Algérie

En Algérie, il est majoritairement localisé dans les zones humides et subhumides du Nord-Est : Kabylie, El Tarf, Guelma, Annaba, Skikda. Il est également présent dans la région centre (Theniet el Had, Bouira) et dans les montagnes de l'Edough et de l'Akfadou. Il y forme des peuplements purs ou mélangés avec *Q. afares*, *Q. canariensis* ou le pin maritime (*Pinus pinaster*) (Messaoudene, 1996 ; DGF, 2014).

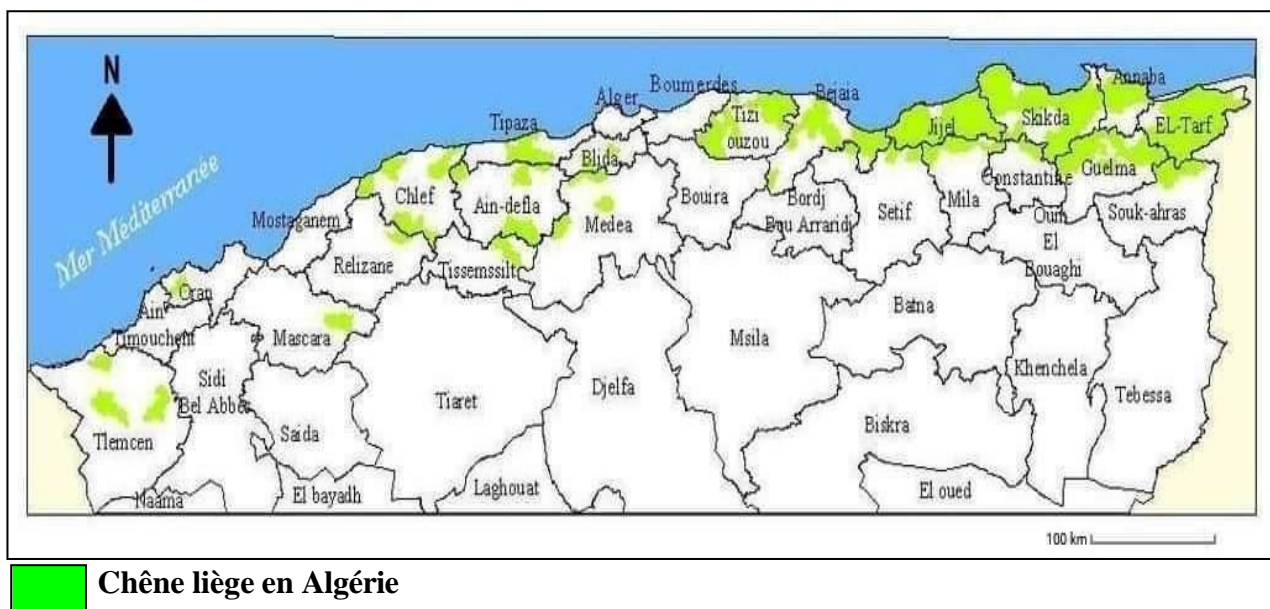


Figure 6. Aire de répartition du chêne liège en Algérie (DGF, 2007).

CHAPITRE II

ETUDE DU MILIEU, MATERIEL & METHODES



1. Etude du milieu

1.1 Etude physique

1.1.1 Choix et localisation

L'étude entreprise a été effectuée sur les feuilles de deux populations naturelles algériennes (tableau 3 et figure 7) de l'espèce *Quercus suber* L.

Les principales caractéristiques géographiques des sites échantillonnés sont indiquées dans le tableau 3.

Tableau 3. Principales caractéristiques géographiques des sites étudiés.

Site	Altitude (m)	Latitude	Longitude	Localisation (Wilaya)
Zitouna (Z)	473	36°59' N	06°28' E	Skikda
Oualbane (O)	962	36°30' N	5°45' E	Sétif



Figure 7. Localisation des deux sites d'échantillonnage de notre espèce. Zitouna (B) et Oualbane (O).

1.1.2 Cadre administratif et biogéographique

1.1.2.1 Zitouna

La commune de Zitouna est située au nord-est de l'Algérie, dans la wilaya de Skikda, plus précisément dans la daïra de Zitouna, dont elle est le chef-lieu. Elle s'étend sur une superficie d'environ 34,32 km² et comptait 8 351 habitants selon le recensement général de la population de 2008 (Wikipedia, 2024). Localisée dans le massif montagneux de Collo, Zitouna se trouve à environ 14 kilomètres au sud de la ville côtière de Collo et à 86 kilomètres de la capitale de wilaya, Skikda. La commune est bordée par Chéraïa à l'est, Ouled Attia à l'ouest, Kanoua au nord et Beni Zid au sud (Wikipedia, 2024).

Le climat de Zitouna est de type méditerranéen humide, caractérisé par des hivers doux et supérieure à 1 000 mm, ce qui favorise une végétation dense et variée, typique des régions forestières du nord algérien (Wikipedia, 2024 - Massif de Collo). L'altitude moyenne est de 593 mètres, avec des reliefs marqués par des collines et montagnes. À proximité se trouve le Mont Goufi, l'un des plus hauts sommets du massif, culminant à 1 183 mètres (Wikipedia, 2024).

La végétation naturelle est dominée par une forêt dense de chênes-lièges, couvrant environ 25 000 hectares, faisant de Zitouna l'une des zones les plus importantes d'Algérie pour la production de liège. À côté du chêne-liège, on y trouve également des pins maritimes, des cèdres, et un maquis méditerranéen, abritant une biodiversité végétale et animale remarquable (Wikipedia, 2024).

1.1.2.2 Oualbane (Sétif)

La localité de Oualbane est située dans la commune de Aïn Sebt, relevant de la daïra de Beni Aziz dans la wilaya de Sétif, au nord-est de l'Algérie. Elle est positionnée à proximité des villages de Seridja et de Larebâa Lekdima, dans une zone caractérisée par un relief montagneux et une végétation dense, typique des régions de l'Atlas tellien (Mapcarta, 2024).

La commune d'Aïn Sebt, à laquelle appartient Oualbane, est située au nord-est de la wilaya de Sétif, dans la daïra de Beni Aziz. Elle est bordée au nord par la commune d'Irraguene Souici (wilaya de Jijel), à l'est par Aiyadi et Tassadane Haddada (wilaya de Mila), au sud par la commune de Maâwya, et à l'ouest par la daïra de Beni Aziz (Mémoire Online, 2022). Cette position géographique confère à la région une diversité écologique remarquable, avec des forêts denses et une flore autochtone variée.

Le climat est de type méditerranéen humide, avec des hivers doux et pluvieux et des étés chauds et secs. Cette configuration climatique favorise une végétation luxuriante, en particulier dans les zones forestières périurbaines comme celle d'Oualbane (Anonyme, 2022).

1.2 Etude climatique

1.2.1 Sources et périodes des données météorologiques

Les données météorologiques exploitées sont issues des bulletins climatiques mensuels de l’Office National Météorologique (O.N.M) d’Alger. Elles sont recueillies sur une période trentenaire pour les deux sites d’échantillonnage (Tableau 4).

Tableau 4. Caractéristiques des stations climatiques de référence, périodes et sources des données (O.N.M. d’Alger).

Station météorologique	Période	Cordonnées Lambert		Altitude (m)	Sites d’échantillonnage
		Latitude	Longitude		
Skikda	1994/2024	36°54 N	06°53 E	7	Zitouna
Sétif	1994/2024	36°10 N	05°23 E	1030	Oualbane

1.2.2 Paramètres et indices climatiques étudiés

Les paramètres et les indices climatiques retenus dans l’étude du climat de chaque site d’échantillonnage sont présentés dans le tableau 5.

Tableau 5. Paramètres et indices climatiques appliqués pour les sites d’échantillonnage.

Paramètres & indices climatiques		
Paramètres thermiques	T	Valeur de la moyenne annuelle (°C).
	m	Valeur de la moyenne des minimas du mois le plus froid (°C).
	M	Valeur de la moyenne des maximas du mois le plus chaud (°C).
	M'	Valeur de la moyenne des minimas du mois le plus chaud (°C).
	T min	Valeur la plus faible des moyennes mensuelles (°C).
	T max	Valeur la plus forte des moyennes mensuelles (°C).
Paramètres pluviométriques	P	Pluviométrie totale annuelle (mn/ an).
Indices climatiques	A ou Ic	Amplitude thermique annuelle moyenne (T max- T min).
	Q ₃	Quotient pluviothermique d’Emberger modifié par Stewart.

1.2.3 Données et paramètres climatiques

La température de l'air et les précipitations sont les deux paramètres atmosphériques le plus fréquemment mesurés dans les réseaux de mesure météorologique (Leroy, 2002).

Pour les valeurs thermiques des corrections sont effectuées suivant un gradient altitudinal de 100 mètres de dénivelée, calculé sur la base de $-0,7^{\circ}\text{C}$ pour le maxima (M) et de $-0,4^{\circ}\text{C}$ pour le minima (m) (Seltzer, 1946). Cependant, une augmentation de 20 mm s'ajoute aussi aux totales annuelles des précipitations tous les 100 m d'altitude (Djebaili, 1984).

Les données corrigées relatives aux températures et même celles relatives aux précipitations des sites étudiés (Tableau 6).

1.2.4 Synthèse climatique

1.2.4.1 Le régime saisonnier

Le régime saisonnier qui a été définie en premier par Musset (1935), est une méthode consiste à calculer la somme des précipitations par saison et à effectuer un aménagement ou un classement saisonnier par ordre de pluviosité décroissante en désignant chaque saison par son initial, par conséquent, ce système permet de définir un indicatif saisonnier de chaque site.

Les données présentées dans le tableau 7 révèlent 1 seul type de régime saisonnier : Le type PHAE pour les deux sites (Zitouna et Oualbane) où les précipitations importantes sont celles de printemps.

1.2.4.2 La continentalité

La continentalité d'un climat résulte de la combinaison des facteurs thermiques et pluviaux interactifs pour distinguer les types de pluviosité (climats continentaux, semi-continentaux et maritimes)

Tableau 6. Données thermiques (en C°) et pluviométriques (en mm) corrigées des sites étudiés

Site / Paramètre		J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D	Moyenne	Somme
Zitouna à Skikda	m	6,1	6,0	6,9	8,8	11,6	14,8	17,5	18,3	16,6	13,4	9,7	7,0	11.4	—
	M	12,8	13,3	14,2	16,2	18,9	21,8	25,1	25,6	24,0	21,0	17,2	13,8	18.7	—
	T	9,49	9,69	10,59	12,54	15,29	18,34	21,34	21,99	20,34	17,24	13,49	10,44	15.1	—
	P	144,8	118,0	94,9	76,4	37,5	16,5	3,6	12,2	37,8	94,2	124,6	154,5	—	915
Oualbane à Sétif	m	0,3	2,3	5,3	6,3	11,3	16,3	19,3	19,3	15,3	11,3	5,3	2,3	9.5	—
	M	12,5	13,5	16,5	20,5	24,5	29,5	33,5	34,0	28,5	22,5	16,5	12,5	22	—
	T	6,4	7,9	10,9	13,4	17,9	22,9	26,4	26,6	21,9	16,9	10,9	7,4	15.8	—
	p	56,5	37,7	28,3	51,8	37,7	23,6	11,3	18,8	42,4	33,0	42,4	61,3	—	444.8

m, moyenne des minima du mois le plus froid en °C ; *M*, moyenne des maxima du mois le plus chaud en °C ; *P*, Pluviométrie totale annuelle en mm/ an (Source : O.N.M., Office national de la météorologie d'Alger).

Tableau 7. Types de régime saisonnier correspondants aux sites d'échantillonnage.

Site	H	P	E	A	Type de régime saisonnier
Zitouna (Z)	417,3	208,8	32,3	256,6	HAPE
Oualbane (O)	155,5	117,80	53,72	117,80	PAHE

1.2.4.2.1 La continentalité thermique

De nombreux auteurs ont utilisée l'**amplitude thermique annuelle moyenne « A »** qui augmente avec l'éloignement de la mer afin d'évaluer le degré de continentalité. Cette amplitude se définit par l'écart entre les températures moyennes mensuelles extrêmes (T max-T min) de l'année d'une station météorologique (Emberger, 1971 ; Rivas-Martinez, 2005 ; Mokhtari *et al.*, 2013). Elle a une influence de la première grandeur de la répartition de la végétation et, par conséquent, sur les frontières de nombreux bioclimats (Rivas-Martinez, 2005).

Rivas-Martinez (2005) qui a défini trois types et dix-huit sous-types de continentalité thermique (avec son indice $I_c = A$) dans le monde (Tableau 8).

Tableau 8. Types et sous-types de continentalité thermique selon Rivas-Martinez (2005a)

Types	Sous-types	A ou I_c (°C)
Hyperocéanique (0-11 C°)	Ultra-hyperocéanique accentué	0-2
	Ultra-hyperocéanique atténué	2-4
	Eu-hyperocéanique accentué	4-6
	Eu-hyperocéanique atténué	6-8
	Sub-hyperocéanique accentué	8-10
	Sub-hyperocéanique atténué	10-11
Océanique (11-21 C°)	Semi-hyperocéanique accentué	11-13
	Semi-hyperocéanique atténué	13-14
	Eu-océanique accentué	14-16
	Eu-océanique atténué	16-17
	Semi-continental accentué	17-19
	Semi-continental atténué	19-21
Continental (21-66 C°)	Sub-continental accentué	21-24
	Sub-continental atténué	24-28
	Eu-continental accentué	28-37
	Eu-continental atténué	37-46
	Hyper-continental accentué	46-56
	Hyper-continental atténué	56-66

L'application de cette classification aux sites d'échantillonnage révèle une différenciation climatique (Tableau 9) : Zitouna présente un bioclimat semi-hyperocéanique accentué avec un indice $I_c = 12,5$ °C, tandis que Oualbane se caractérise par un bioclimat semi-continental atténué, correspondant à un indice $I_c = 20,3$ °C.

Tableau 9. Valeurs de l'amplitude annuelle moyenne et Bioclimats correspondants selon les classifications de Rivas-Martinez (2005).

Site	Ic=A (°C)	Bioclimat
Zitouna (Z)	12.5	Semi-hyperocéanique accentué
Oualbane (O)	20.3	Semi-continental atténué

1.2.4.3 La sécheresse

1.2.4.3.1 Indice de Bagnouls et Gaussen (1953) et diagramme ombrothermique

Un des indices les plus utilisés encore à l'heure actuelle est l'indice de Bagnouls et Gaussen (1953). Il tient compte des moyennes mensuelles des précipitations (P en mm) et de la température (T en °C) et donne une expression relative à la sécheresse estivale en durée et en intensité (Dajoz, 2003).

Le site de Zitouna a marqué une courte période estivale (04 mois) par rapport au deuxième site (Oualbane) qui a enregistré une période sèche plus importante (Figure 8)

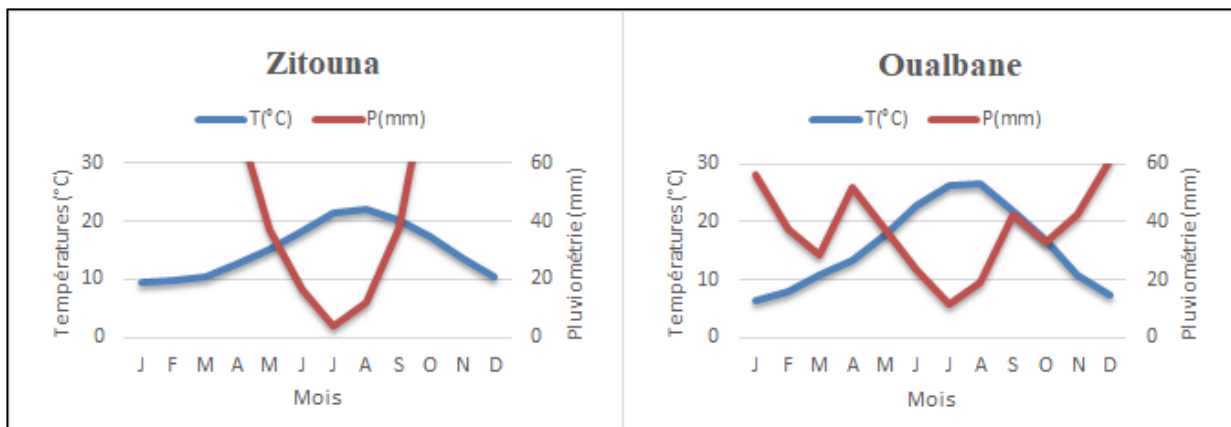


Figure 8. Diagramme ombrothermique de Bagnouls & Gaussen des stations d'échantillonnage. Zitouna (Z) et Oualbane (O).

1.2.4.3.2 Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger

Le quotient pluviothermique Q_2 établi par Emberger (1955) est spécifique au climat méditerranéen. Il est le plus fréquemment utilisé en Afrique du Nord pour étudier la

sécheresse globale. Ce système appelé « climagramme d’Emberger » permet de déterminer l’étage bioclimatique d’une station donnée. Il est déterminé à partir de la formule suivante :

$$Q_2 = \frac{1000P}{\frac{(M+m)(M-m)}{2}} \quad \text{ou} \quad Q_2 = \frac{2000P}{M^2 - m^2}$$

P : Précipitations annuelles totales (mm) ;

M : Moyenne des maxima du mois le plus chaud (K°) ;

m : Moyenne des maxima du mois le plus froid (K°).

Les températures sont exprimées en Kelvin (K) : $T_K = T_C + 273,15$.

Stewart (1969) a développé une formule simplifiée de ce quotient pluviothermique d’Emberger pour l’Algérie et le Maroc, qui est défini comme suit :

$$Q_3 = 3,43 \frac{P}{M-m}$$

3.43 : Constante relative à la région : Algérie-Maroc ;

P : Précipitations totales annuelles en mm ;

M : Moyenne des maxima du mois le plus chaud en C° ;

m : Moyenne des minima du mois le plus froid en C°.

Le climagramme d’Emberger fait intervenir deux facteurs essentiels, d'une part la sécheresse représentée par le quotient pluviothermique Q_2 en ordonnées et d'autre part la moyenne des températures minimales du mois le plus froid en abscisses (Stewart, 1969). Plus ce quotient pluviothermique est élevé, plus le climat est plus humide (Dajoz, 1985).

L’application de la formule précédente (tableau 10 et figure 9) montre l’existence de deux bioclimats allant du Humide-tempéré pour Zitouna ($Q_3=160,1$) jusqu’au Sub-humide frais pour Oualbane ($Q_3 =45.3$).

Tableau 10. Pluviométrie, températures et quotients d’aridité des sites étudiés

Site	T (°C)		P (mm/an)	Q ₃	Bioclimats
	M (°C)	m (°C)			
Zitouna (B)	25.6	6	728,6	160,1	Humide-tempéré
Oualbane (T)	34	0.3	444.8	45.3	Sub-humide frais

m, moyenne des minima du mois le plus froid en °C ; *M*, moyenne des maxima du mois le plus chaud en °C ; *P*, pluviométrie en mm/an ; *Q₃*, quotient pluviothermique d’Emberger.

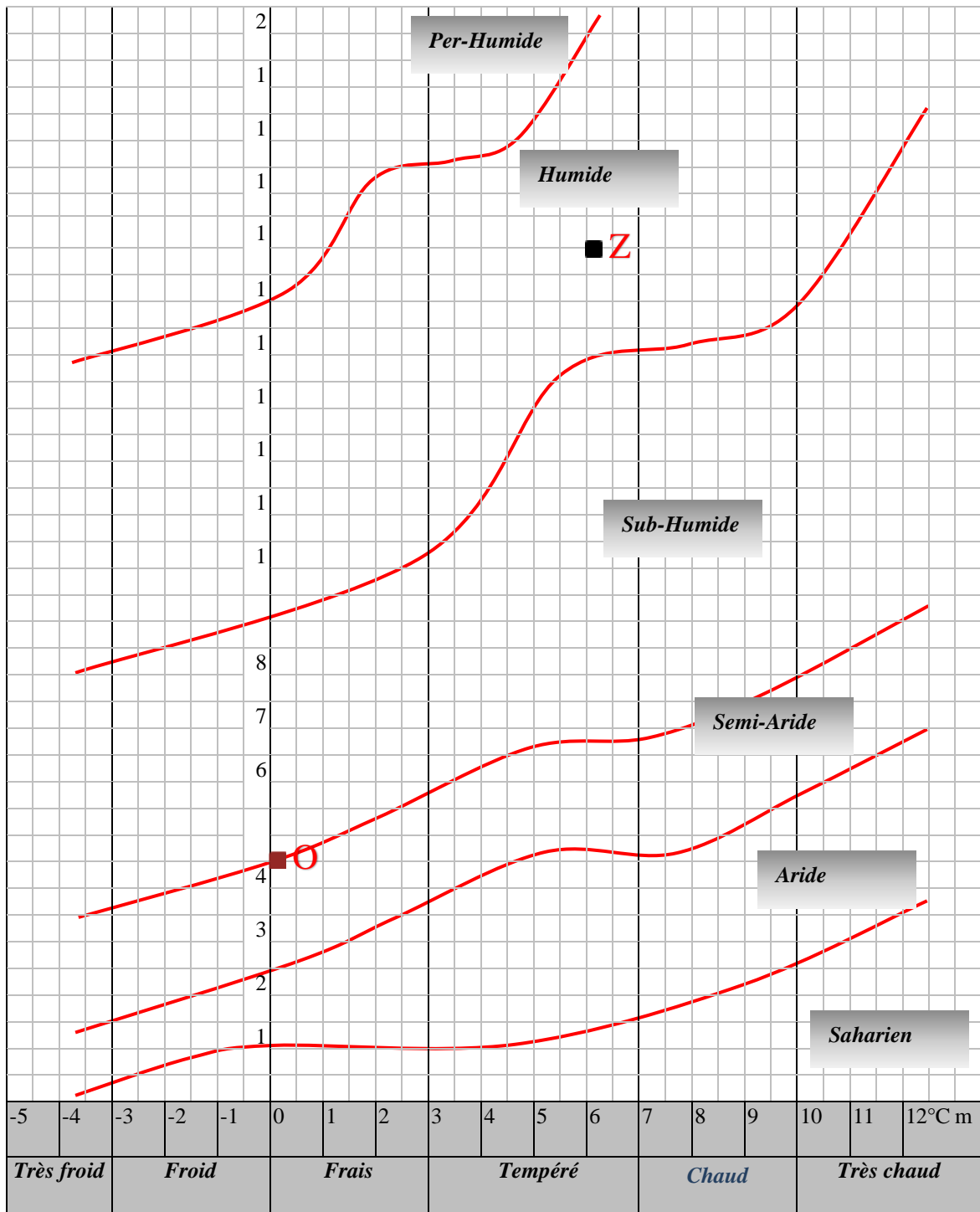


Figure 9. Situation des sites d'échantillonnage dans le climagramme d'Emberger concernant notre espèce. Zitouna (Z) et Oualbane (O).

2. Matériel et méthodes

2.1 Matériel

2.1.1 Matériel végétal

La récolte a concerné les feuilles de deux populations naturelles existantes en Algérie pour notre espèce *Quercus ilex* L. (Tableau 3).

L'échantillonnage a été effectué durant la campagne (2024-2025) de sorte que le nombre d'arbustes choisis aléatoirement est de trente pieds par population (un total de 60 arbres). Par la suite, nous avons ont été prélevées trente feuilles saines autour de la couronne de chaque arbre échantillonné (02 stations - 1800 feuilles).

2.1.2 Dispositif expérimental

L'étude de la variabilité phénotypique de notre espèce a été réalisée au niveau du laboratoire pédagogique d'agronomie à l'université 20 Aout 1955 de Skikda. Le matériel utilisé est le suivant :

- Sur terrain : Sécateurs et ciseaux, Agrafeuse, Sacs en papier, Gants de protection, et Appareil photo numérique.
- Au laboratoire : Pied à coulisse, Loupe zoom binoculaire (Bentley vision N° 310828), Pincettes à bouts ronds, Boîtes de conservation (plastiques et papiers).

2.2 Méthodes

2.2.1 Etude morphométrique

2.2.1.1 Choix des caractères

Aucun guide pour les espèces du genre *Quercus* n'est disponible. Donc, les caractères phénotypiques quantitatifs et qualitatifs (tableaux 11 et 12) étudiées, ont été inspirés de plusieurs études sur la même espèce et/ou d'espèces de la même famille en utilisant certains descripteurs relatifs aux autres espèces forestières (référentiels de l'IPGRI en 1997 pour le pistachier et le caroubier...etc.).

2.2.1.2 Mensurations

Les mesures pour les feuilles incluant les graines (figures 10 et 11) concernant notre espèce ont été effectuées à l'aide d'un pied à coulisse digital (150 mm) et d'une loupe à main.



Figure 10. Matériel de laboratoire utilisé

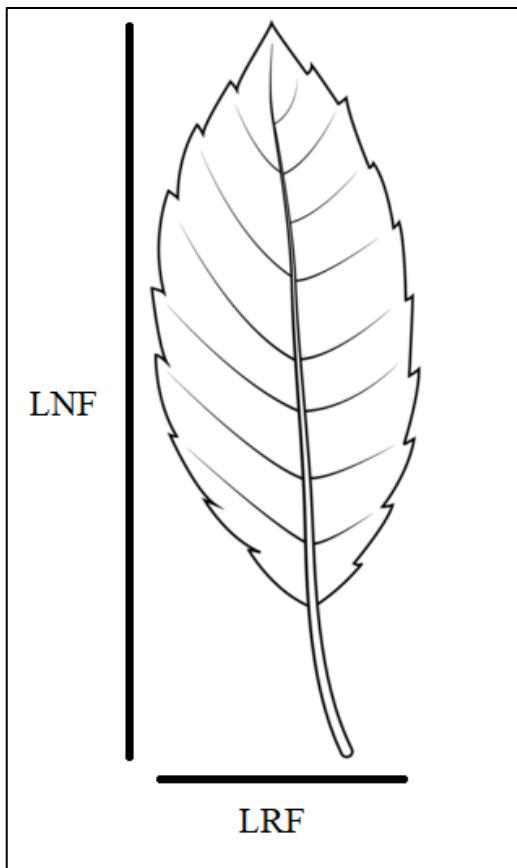


Figure 11. Dimensions d'une feuille dentée (B).

Tableau 11. Variables morphologiques quantitatives mesurées.

Caractère	Codification
Longueur de la feuille en mm	LNF
Largeur de la feuille en mm	LRF
Rapport (Longueur/ Largeur) de la feuille	RF
Longueur du pétiole en mm	LNP
Rapport longueurs (feuille/ pétiole)	RFP
Nombre des nervures secondaires visibles	NN
Nombre d'épines marginales	NE

Tableau 12. Variables morphologiques qualitatives étudiées.

Caractère	Codification	Variantes
Symétrie de la feuille	SF	1- Symétrique 2- Asymétrique
Forme de la feuille	FF	1- Elliptique 2- Lancéolée 3- Arrondie 4- Ovale 5-Obovale 6- Rhomboïdale
Couleur de la feuille	CF	1- Vert clair 2- Vert 3- Vert sombre
Forme de l'apex	FA	1- Aigu 2- Obtuse 3- Arrondi 4- Tronqué 5- Rétusé
Forme de la base du limbe	FB	1- Régulière : 1- Cunéiforme 2- Obtuse 3- Arrondie 4- Tronquée 5- Retusée 2- Irrégulière : 1- Oblique 2- Falciforme
Forme de la marge	FM	1-Entière 2-Spinescente : 1- Faiblement 2- Fortement 3-Ondulée
Forme de l'insertion du pétiole	FP	1- Arrondie 2- Arrondie aplatie d'un seul coté 3- Aplatie

2.2.2 Méthodes d'analyses statistiques

2.2.2.1 Types des caractères

Les caractères morphologiques retenus dans le cadre de notre étude, sont de type quantitatifs (mesurables) et qualitatifs (une expression discontinue, observables).

2.2.2.2 Tests de normalité

La normalité des données a été vérifiée à l'aide du test de Kolmogorov Smirnov. La distribution de l'échantillonnage tend à suivre la loi normale (taille des échantillons suffisamment grande $N=30$).

2.2.2.3 Statistiques descriptives

Les statistiques élémentaires ont été calculées à l'échelle intra et inter-populations pour notre espèce pour les variables :

- Quantitatives : moyenne, minimum, maximum, écart-type et coefficient de variation.
- Qualitatives : effectifs pour celles semi quantitatives.

2.2.2.4 Tests de significativité

Chez notre espèce, nous avons étudiées trois groupes indépendants ou appariés (populations). Donc, pour comparer nos populations :

- Une analyse de la variance à un seul facteur ANOVA pour les variables quantitatives a été réalisée à l'échelle intra-population
- Test de Student t à l'échelle inter-population (deux groupes).

2.2.2.5 Tests de corrélation

Le coefficient de corrélation « r » avec sa valeur comprise entre -1 et 1, a été appliqué pour voir la liaison entre l'ensemble des variables quantitatives.

2.2.2.6 Analyses factorielles

Afin de visualiser la structuration de la diversité morphologique de nos populations, les analyses multivariées ont été appliquées pour les feuilles

- **Analyse en composantes principales (ACP)**

L'analyse en composantes principales (ACP) a été appliquée pour les variables quantitatives relatives aux feuilles (tableau 12) avec les variables environnementales (altitude, latitude et longitude, température maximale M et minimale m , précipitation P , indice de

continentalité Ic et coefficient d'Emberger Q3). Dans ce test, les cercles de corrélation permettent de visualiser les liaisons linéaires sur l'ensemble des variables considérées. Alors que, l'étude des individus permet de voir la ressemblance des groupes d'individus ou leurs différenciations.

- **Classification ascendante hiérarchique (CAH)**

Dans notre étude, les méthodes hiérarchiques visent à regrouper en classes homogène (grande similarité) l'ensemble des arbres de chaque espèce étudiée.

Et par conséquent, une classification ascendante hiérarchique (CHA) par la méthode Ward via la distance euclidienne a été appliquée pour les trois populations étudiées. Les points (arbres) à classer étant repérés par les coordonnées des deux premiers axes factoriels.

2.2.2.7 Logiciels appliqués

L'ensemble de ces tests a été effectué à l'aide des programmes suivants :

- STATISTICA 12
- R 4.4.0.

CHAPITRE III

RESULTATS ET DISCUSSION

STATISTICA - [Donnees brutes chene liege - Arbres]

File Edit View Insert Format Statistics Data Mining Graphs Tools Data Workbook Window Scorecard Help

Calibri 11 B I U

Donnees brutes chene liege

- Zitouna (Skikda)
- Oualbane (S 7M)
- Espace
- Arbres
- Principal Comp
- Advanced I
- Project
- Eigena
- Project
- Eigena
- Factor c
- Cluster Analysis
- Joining (tre
- Tree Dis

Station	LNF	LRP	RF	LNP	RFP	NN	NE	Alt	Lat	Long	M	n	P	Ic	QS
Z	48,2936667	19,9866667	2,42533782	8,03833333	6,26537609	10,5666667	11,4666667	473	36,98	6,46	25,21	6	728,6	12,5	160,1
Z	45,5143333	20,098	2,2872885	5,32966667	9,02203048	10,5333333	11,7	473	36,98	6,46	25,22	6	728,6	12,5	160,1
Z	45,9766667	29,0729667	1,60433965	10,77	4,49192455	10	7,86666667	473	36,98	6,46	25,23	6	728,6	12,5	160,1
Z	41,0266667	24,709	1,67829414	9,79	4,44442735	13	8,73333333	473	36,98	6,46	25,24	6	728,6	12,5	160,1
Z	47,3143333	27,2243333	1,80714595	10,3583333	4,77592054	9,86666667	8,26666667	473	36,98	6,46	25,25	6	728,6	12,5	160,1
Z	54,7343333	28,5183333	1,95973549	10,2703333	6,03541276	12,2666667	10,6	473	36,98	6,46	25,26	6	728,6	12,5	160,1
Z	46,218	23,439	1,99121512	9,545	4,87562616	12,5	10,5666667	473	36,98	6,46	25,27	6	728,6	12,5	160,1
Z	49,462	23,5793333	2,1040397	10,7846667	5,06657642	12,5666667	10,2	473	36,98	6,46	25,28	6	728,6	12,5	160,1
Z	51,5443333	31,1566667	1,67420222	9,812	5,59118667	12,5666667	6,23333333	473	36,98	6,46	25,29	6	728,6	12,5	160,1
Z	45,5636667	25,2736667	1,83468952	9,22433333	7,97082917	12,0666667	10,3666667	473	36,98	6,46	25,3	6	728,6	12,5	160,1
Z	45,234	25,484	1,70683782	10,2816667	4,18296779	9,13333333	4,73333333	473	36,98	6,46	25,31	6	728,6	12,5	160,1
Z	52,3956667	33,4186667	1,58742174	11,274	4,70671863	9,73333333	3,33333333	473	36,98	6,46	25,32	6	728,6	12,5	160,1
Z	41,152	25,0036667	1,65896774	10,669	3,96242437	10,5333333	8,56666667	473	36,98	6,46	25,33	6	728,6	12,5	160,1
Z	40,849	24,1373333	1,70852071	9,89633333	4,27658227	8,3	9,36666667	473	36,98	6,46	25,34	6	728,6	12,5	160,1
Z	39,533	24,493	1,64311577	10,7393333	3,71484418	9,5	8,86666667	473	36,98	6,46	25,35	6	728,6	12,5	160,1
O	63,7936667	29,0866667	2,31288751	8,35666667	7,96092926	12,6666667	11,0666667	962	36,5	5,75	34	0,3	444,8	20,3	45,3
O	60,6496667	28,148	2,1898942	8,18533333	7,68316596	12,2666667	10,8333333	962	36,5	5,75	34	0,3	444,8	20,3	45,3
O	49,5593333	24,6993333	2,0022858	6,59266667	7,7695125	10,4333333	10	962	36,5	5,75	34	0,3	444,8	20,3	45,3
O	45,093	21,2066667	2,15935548	5,91566667	7,8037452	11,2666667	10,4666667	962	36,5	5,75	34	0,3	444,8	20,3	45,3
O	44,5333333	23,4176667	1,93894415	5,634	8,45840066	10,8	9,86666667	962	36,5	5,75	34	0,3	444,8	20,3	45,3
O	51,8806667	24,244	2,19591001	7,84233333	6,8064072	11,1666667	10,7666667	962	36,5	5,75	34	0,3	444,8	20,3	45,3
O	51,411	25,0393333	2,08661191	7,687	7,95140801	11,9666667	11,6	962	36,5	5,75	34	0,3	444,8	20,3	45,3
O	47,2813333	25,4623333	2,13421961	6,17233333	7,73629389	11,5333333	11,0333333	962	36,5	5,75	34	0,3	444,8	20,3	45,3
O	58,4586667	25,0743333	2,34840615	9,751	6,18544211	11,3333333	7,6	962	36,5	5,75	34	0,3	444,8	20,3	45,3
O	50,106	25,4233333	2,01135545	6,13666667	8,28273147	11,2666667	10,6666667	962	36,5	5,75	34	0,3	444,8	20,3	45,3
O	51,4063333	19,8866667	2,59492261	8,23633333	6,42356027	10,9333333	10,2	962	36,5	5,75	34	0,3	444,8	20,3	45,3
O	51,750	19,75	2,6583727	8,90733333	6,02731969	10,5	9,6	962	36,5	5,75	34	0,3	444,8	20,3	45,3
O	53,3956667	24,702	2,20930172	8,24466667	7,30959433	10,4333333	7,56666667	962	36,5	5,75	34	0,3	444,8	20,3	45,3
O	51,3593333	20,9926667	2,56494144	7,42366667	7,83914762	11,4	10,1333333	962	36,5	5,75	34	0,3	444,8	20,3	45,3
O	55,7273333	25,1666667	2,26043529	7,381	8,42936511	10,3666667	8,33333333	962	36,5	5,75	34	0,3	444,8	20,3	45,3
O	41,3333333	23,2603333	1,80093254	6,647	6,46856909	11,3666667	9,83333333	962	36,5	5,75	34	0,3	444,8	20,3	45,3
O	45,811	27,096	1,70753218	5,92433333	8,16208768	12,0333333	9,73333333	962	36,5	5,75	34	0,3	444,8	20,3	45,3
O	47,0236667	27,413	1,74801977	7,74766667	6,28228846	12,0333333	9,53333333	962	36,5	5,75	34	0,3	444,8	20,3	45,3
O	40,7986667	23,9913333	1,7208128	6,52966667	6,63134815	10,9333333	8,6	962	36,5	5,75	34	0,3	444,8	20,3	45,3
O	46,877	23,8703333	2,01692943	7,29633333	6,84051472	10,5	9,63333333	962	36,5	5,75	34	0,3	444,8	20,3	45,3

Principal Components and Cl... Joining Results: Arbres in Donnees...

Arbres in Donn C1.V16 12.5 Sel OFF Weight OFF MAJ NUM ENR

13:32 28/05/2025

1. Résultats

1.1 Morphométrie

1.1.1 Les caractères quantitatifs

1.1.1.1 Longueur de la feuille (LNF)

La moyenne enregistrée au niveau de Oualbane varie entre 20,73mm et 96,09mm avec une valeur de 49,05mm. Par contre à Zitouna, une moyenne plus grande a été enregistrée (50,58mm) variant entre 25,61mm et 96,72mm. Les feuilles mesurent en moyenne 49,82mm pour notre espèce avec un écart type de 11,79mm et un coefficient de variation de 23,66% (Tableau 13).

1.1.1.2 Largeur de la feuille (LRF)

A Oualbane, nous avons la moyenne (24,16 mm) qui varie entre (9,32-54,58 mm) avec un écart type de 5,46 mm et un coefficient de variation de 22,60 % ; tandis qu'à Zitouna, la moyenne, l'étendue, l'écart type et le coefficient de variation enregistrées sont 25,63 mm, (10,12-54,70), 6,33 mm et 24,71 %, respectivement. La moyenne pour l'espèce avec son étendue sont les suivants : 24,89 mm et (9,32-54,70) mm (Tableau 13).

1.1.1.3 Rapport (Longueur/ Largeur) de la feuille (RF)

Le rapport longueur / largeur a enregistré les moyennes de 1,86 mm et 1,97 mm pour Oualbane et Zitouna avec leurs étendus qui sont variables (1,01-5,95 mm et 1,01-5,17 mm, respectivement). La moyenne pour l'espèce est égale à 2,06 mm avec son écart type 0,51 mm. La population qui a la valeur la plus importante est celle de Oualbane (Tableau 13).

1.1.1.4 Longueur du pétiole (LNP)

La longueur du pétiole nous a donné les moyennes suivantes : 7,21 mm et 9,84 mm avec leurs valeurs minimales et maximales de 2,32-44,89 mm et de 0,97-21,91 mm pour les stations Oualbane et Zitouna, respectivement. Concernant l'écart-type et le coefficient de variation, les valeurs enregistrées sont de 2,60 mm et 36,00 % à Oualbane et de 3,10 mm et 31,53% à Zitouna. La moyenne enregistrée pour l'espèce est de 5,06 mm, les pétioles sont plus longs à Oualbanepar rapport l'autre station (Tableau 13).

1.1.1.5 Rapport longueurs (feuille/ pétiole) (RFP)

Concernant le rapport des deux longueurs (feuille/ pétiole), nous avons la moyenne de 7,36 mm dans un intervalle min-max de 0,95-29,34 mm à Oualbane. A Zitouna, une moyenne de 5,64 avec un minimum de 2,13 mm et un maximum de 40,35 mm a été marquée.

L'écart-type et le coefficient de variation sont de 2,47mm - 33,64% et 2,45mm -43,40 %, respectivement, pour Oualbane et Zitouna. La moyenne pour l'espèce est de 6,50 mm, la valeur importante est enregistrée à Oualbane (Tableau 13).

1.1.1.6 Nombre des nervures secondaires visibles (NN)

Le nombre des nervures secondaires visibles est en moyenne de 11,13 et 10,94 nervures avec leurs étendues de 6,00-18,00 nervures et de 6,00-16,00 nervures à Zitouna et Oualbane, respectivement. L'écart-type et le coefficient de variation sont de 1,97nervures, 17,68 %; de 1,51 nervures et 13,76 %, respectivement pour Zitouna et Oualbane. La moyenne enregistrée pour l'espèce est de 11,03 nervures (Tableau 13).

1.1.1.7 Nombre d'épines marginales (NE)

Le nombre des épines sur la marge est en moyenne de 9,53 et 10,28 épines avec les étendues de 0,00-19,00 épines et de 0,00-16,00 épines à Zitouna et Oualbane, respectivement. La moyenne enregistrée pour l'espèce est de 9,91 épines avec son étendue 0,00-19,00 épines, son écart type 2,92 épines et enfin son coefficient de variation 29,44 % (Tableau 13).

1.1.2 Les caractères quantitatifs

1.1.2.1 Symétrie de la feuille (SF)

Au niveau des deux populations, la forme symétrique est celle la plus dominante avec les proportions suivantes : 94,22 % à Oualbane et 95,78 % à Zitouna. Pour l'espèce, les feuilles ont enregistré une symétrie de 95,00 % (Tableau 14).

1.1.2.2 Forme de la feuille (FF)

Deux formes majoritaires ont été rencontrées pour l'espèce (Elliptique 70,17 % Lancéolée 27,39 %). Il en est de même au niveau de la station de Zitouna (Elliptique 69,00 % et Lancéolée 28,56%) et la station de Oualabne (Elliptique 71,33 % et Lancéolée 26,22 %) (Tableau 14).

1.1.2.3 Couleur de la feuille (CF)

Pour l'espèce, nous avons le vert (50,28%) qui est dominant, suivi par le vert sombre (42,17%). Par station, on constate une hétérogénéité de la couleur des feuilles pour les deux populations sorte que le vert est le plus abondant à Oualbane (74,44 %) et le vert sombre à zitouna avec sa proportion de 72,56 %.

1.1.2.4 Forme de l'apex (FA)

Les formes « Aigüe et Obtuse » de l'apex sont présente de façon majoritaire avec les valeurs de 71,00 % et 25,28 % pour cette espèce. Il en est de même pour les deux stations.

1.1.2.5 Forme de la base du limbe (FB)

Pour l'espèce, la forme régulière (> 75 %) a enregistré les proportions les plus élevées (Cunéiforme - 37,39 % ; Obtuse - 29,61 %), elle est suivie par la forme irrégulière oblique (22,11%).

Pour les feuilles régulières, la forme Cunéiforme est celle majoritaire : Oualbane (avec 38,67 %) et Zitouna (avec 36,11 %). Respectivement, en ce qui concerne les feuilles irrégulières, la forme Oblique donne les valeurs 19,44 %, 24,78 % pour les deux stations (Tableau 14).

1.1.2.6 Forme de la marge (FM)

Pour l'espèce, la marge fortement spinescente représente la forme la plus dominante avec une valeur de 60,39 %.

Pareillement, la même forme est majoritaire par population avec ses proportions : 65,89 % à Oualbane et surtout à Zitouna (54,89 %) (Tableau 14).

1.1.2.7 Forme de l'insertion du pétiole (FP)

Les deux formes Arrondie et Arrondie aplatie d'un seul côté sont présentes d'une façon majoritaire pour l'espèce (58.72% ; 38.94%). Respectivement, il en est de même par stations : Oualbane (64.78% et 33.44%) et Zitouna (52.67% et 44.44%) (Tableau 14).

Tableau 13. Caractéristiques des caractères quantitatifs mesurés pour les feuilles des deux stations

Caractères /Stations	Zitouna (Z)	Oualbane (O)	Moyenne (Espèce)
Longueur de la feuille en mm (LNF)	50,58±***12,52 (25,61-96,72) 24,75	49,05±***10,96 (20,73-96,09) 22,35	49,82±***11,79 (20,73-96,72) 23,66
Largeur de la feuille en mm (LRF)	25,63±***6,33 (10,12-54,70) 24,71	24,16±***5,46 (9,32-54,58) 22,60	24,89±***5,96 (9,32-54,70) 23,93
Rapport (Longueur/ Largeur) de la feuille (RF)	2,03±***0,48 (1,01-5,17) 23,55	2,09±***0,54 (1,01-5,95) 25,92	2,06±***0,51 (1,01-5,95) 24,86
Longueur du pétiole en mm (LNP)	9,84±***3,10 (0,97-21,91) 31,53	7,21±***2,60 (2,32-44,89) 36,00	8,53±***3,15 (0,97-44,89) 36,91
Rapport longueurs (feuille/ pétiole) (RFP)	5,64±***2,45 (2,13-40,35) 43,40	7,36±***2,47 (0,95-29,34) 33,64	6,50±NS2,61 (0,95-40,35) 40,10
Nombre des nervures secondaires visibles (NN)	11,13±***1,97 (6,00-18,00) 17,68	10,94±***1,51 (6,00-16,00) 13,76	11,03±***1,75 (6,00-18,00) 15,89
Nombre d'épines marginales (NE)	9,53±***3,41 (0,00-19,00) 35,80	10,28±***2,26 (0,00-16,00) 21,96	9,91±***2,92 (0,00-19,00) 29,44

Moy, Moyenne ; ET, écart type ; Min, minimum ; Max, maximum ; Coefficient de variation, CV ; Seuil de signification statistique *, $p < 0,05$; **, $p < 0,01$; ***, $p < 0,001$; NS : Non significatif.

Tableau 14. Fréquences (%) pour les variables qualitatives par station.

Caractère	Variantes		Zitouna (Z) %	Oualbane (O) %	Moyenne (Espèce) %
Symétrie de la feuille (SF)	1- Symétrique		95,78	94,22	95,00
	2- Asymétrique		4,22	5,78	5,00
Forme de la feuille (FF)	1- Elliptique		69,00	71,33	70,17
	2- Lancéolée		28,56	26,22	27,39
	3- Arrondie		1,22	0,89	1,06
	4- Ovale		1,11	0,22	0,67
	5-Obovale		0,11	1,33	0,72
	6- Rhomboïdale		0	0	0
Couleur de la feuille (CF)	1- Vert clair		1,33	13,78	7,56
	2- Vert		26,11	74,44	50,28
	3- Vert sombre		72,56	11,78	42,17
Forme de l'apex (FA)	1- Aigüe		72,89	69,11	71,00
	2- Obtuse		22,22	28,33	25,28
	3- Arrondie		2,22	1,11	1,67
	4- Tronqué		0,78	0,11	0,44
	5- Retusée		1,89	1,33	1,61
Forme de la base du limbe (FB)	1- Régulière	1- Cunéiforme	36,11	38,67	37,39
		2- Obtuse	33,56	25,67	29,61
		3- Arrondie	2,44	8,00	5,22
		4- Tronquée	0,89	0,67	0,78
		5- Retusée	1,22	1,44	1,33
	2- Irrégulière	1- Oblique	24,78	19,44	22,11
		2- Falciforme	1,00	6,11	3,56
	Forme de la marge (FM)	1- Entière		1,56	0,89
2- Spinescente		1- Finement	43,56	33,22	38,39
		2- Fortement	54,89	65,89	60,39
Forme de l'insertion du pétiole (FP)	1- Arrondie		52,67	64,78	58,72
	2- Arrondie aplatie d'un seul coté		44,44	33,44	38,94
	3- Aplatie		2,89	1,78	2,33

Tableau 15. Corrélations entre les variables quantitatives mesurées relative aux feuilles

Variables quantitatives	LNF	LRF	RF	LNP	RFP	LNV	NN	NE
Longueur de la feuille en mm (LNF)	1,00	0,42***	0,60***	0,45***	0,13	0,52***	0,31*	1,00
Largeur de la feuille en mm (LRF)		1,00	-0,46***	0,49***	-0,22	0,27*	-0,25	0,42***
Rapport (Longueur/ Largeur) de la feuille (RF)			1,00	0,01	0,32*	0,24	0,48***	0,60***
Longueur du pétiole en mm (LNP)				1,00	-0,78***	0,28*	-0,25	0,45***
Rapport longueurs (feuille/ pétiole) (RFP)					1,00	0,07	0,48***	0,13
Longueur de la nervure médiane visible en mm (LNV)						1,00	0,36**	0,52***
Nombre des nervures secondaires visibles (NN)							1,00	0,31*
Nombre d'épines marginales (NE)								1,00

Seuil de signification statistique *, $p < 0,05$; **, $p < 0,01$; ***, $p < 0,00$

1.2 Analyse de la diversité morphologique

1.2.1 Tests de significativité

A l'échelle intra-population, l'analyse de la variance à un seul facteur pour les variables morphologiques quantitatives a montré des différences hautement significatives ($p < 0,001$). Pareillement, le test t de Student s'est révélé hautement significatives pour toutes variables sauf la variable « Rapport longueurs (feuille/ pétiole) (RFP) » qui est seulement significatif au seuil $p < 0,05$ (Tableau 14).

1.2.2 Tests de corrélation

Le tableau 15 met en évidence des corrélations significatives entre les caractéristiques morphologiques des feuilles.

On observe une forte association positive entre la longueur de la feuille (LNF) et plusieurs variables comme la largeur (LRF, $r = 0,42$), la longueur du pétiole (LNP, $r = 0,45$) et la nervure médiane (LNV, $r = 0,52$), indiquant que les feuilles plus longues tendent aussi à être plus larges et structurées. Le rapport longueur/largeur (RF) est négativement corrélé à la largeur ($r = -0,46$) mais positivement lié au nombre d'épines marginales (NE, $r = 0,48$), suggérant que les feuilles plus étroites et allongées sont plus épineuses. Une relation inverse marquée est également notée entre la longueur du pétiole et le rapport feuille/pétiole (RFP, $r = -0,78$), ce qui est logique car un pétiole long réduit ce rapport. Par ailleurs, la longueur de la nervure médiane est associée au nombre de nervures secondaires (NN, $r = 0,36$), traduisant une organisation interne plus développée chez les grandes feuilles.

Ces corrélations confirment une coordination morphologique entre les dimensions foliaires et leurs structures fonctionnelles.

1.2.3 Tests multivariés

1.2.3.1 Analyse en composantes principales (ACP)

L'analyse en composantes principales appliquée aux variables morphologiques et environnementales des feuilles révèle que les deux premières composantes expliquent une part importante de la variance totale. D'après le tableau 16, la première composante principale (axe 1) présente une valeur propre de 9,04, expliquant 60,25 % de la variance totale, tandis que la deuxième composante (axe 2) en explique 16,03 %, avec une valeur propre de 2,40. Ensemble, ces deux axes résument 76,28 % de l'inertie totale.

- Corrélations des variables sur le plan factoriel (Axes 1 et 2)

L'analyse du cercle des corrélations (**figure 12A**) et les données du **tableau 17** montrent les relations suivantes :

Concernant les Variables morphologiques :

- **LNP (longueur de la nervure principale)** : corrélée positivement au **facteur 1** ($r = 0,73$), indiquant un lien direct avec l'axe principal de variation.
- **LNF (longueur de la feuille)** : chargement faible sur l'axe 1 ($r = 0,13$) mais fortement négatif sur le **facteur 2** ($r = -0,85$).
- **RF (rapport longueur/largeur)** : corrélation négative avec les deux axes, surtout avec le **facteur 2** ($r = -0,76$).
- **RFP (rapport de forme du pétiole)** et **NE (nombre d'écailles marginales)** : négativement corrélées à l'axe 1 ($r = -0,68$ et $-0,27$ respectivement), suggérant qu'elles diminuent dans les conditions environnementales dominées par ce facteur.
- **NN (nombre de nervures secondaires)** : fortement négatif sur l'axe 2 ($r = -0,70$), sans relation notable avec le facteur 1.

Et pour les Variables environnementales :

Les composantes environnementales se positionnent de manière très polarisée sur l'axe 1 :

- **Altitude (Alt)**, **Q3 (indice d'aridité d'Emberger)** et **M (température maximale)** : fortement **corrélées négativement** au facteur 1 ($r = -0,99$).
- **Latitude (Lat)**, **Longitude (Long)**, **m (température minimale)** et **précipitations (P)** : fortement **corrélées positivement** au facteur 1 ($r = 0,99$ pour chacun).

Ces corrélations traduisent un **fort gradient environnemental sur l'axe 1**, marqué par l'opposition entre aridité (Q3) et humidité/précipitations.

- **Projection des individus et structuration des groupes**

Le nuage des individus projeté sur le plan factoriel (1×2) (**figure 12B**) permet de distinguer **deux groupes bien séparés** parmi les **60 arbres** analysés. Cette séparation correspond à celle mise en évidence par la **classification hiérarchique ascendante (CHA)** effectuée selon la **méthode de Ward** et la **distance euclidienne (figure 13)** de sorte que :

- **Le premier axe** (facteur 1) traduit essentiellement un **gradient d'aridité** (lié à Q3), influencé par les conditions environnementales. Il oppose les stations en fonction de leurs contraintes climatiques. Par exemple, le groupe associé à **Zitouna** ($Q3 = 160,1$) se situe à une extrémité plus humide du gradient, tandis que **Oualbane** ($Q3 = 45,3$) est situé du côté plus aride.
- **Le deuxième axe** (facteur 2), bien que contribuant moins à la variance totale, exprime des différences morphologiques (notamment la longueur des feuilles et le nombre de nervures) qui semblent **moins influencées par l'environnement**.

Tableau 16. Valeurs propres issues de l'ACP.

Nombre de valeur	Valeurs Propres	% Total variances	Cumul -Valeurs Propres	Cumul - %
1	9,04	60,25	9,04	60,25
2	2,40	16,03	11,44	76,28
3	1,66	11,04	13,10	87,32
4	0,87	5,80	13,97	93,12
5	0,60	3,98	14,56	97,09
6	0,39	2,58	14,95	99,67
7	0,04	0,26	14,99	99,94
8	0,01	0,06	15,00	100,00
9	0,00	0,00	15,00	100,00

Tableau 17. Corrélations entre les variables sur le plan factoriel (1x2).

Variables	Facteur 1	Facteur 2	
Morphologiques	LNF	0,13	-0,85
	LRF	0,31	-0,06
	RF	-0,15	-0,76
	LNP	0,73	-0,21
	RFP	-0,68	-0,32
	NN	0,11	-0,70
	NE	-0,27	-0,67
Environnementales	Alt	-0,99	0,02
	Lat	0,99	-0,02
	Long	0,99	-0,02
	M	-0,99	0,03
	m	0,99	-0,02
	P	0,99	-0,02
	Q3	-0,99	0,02

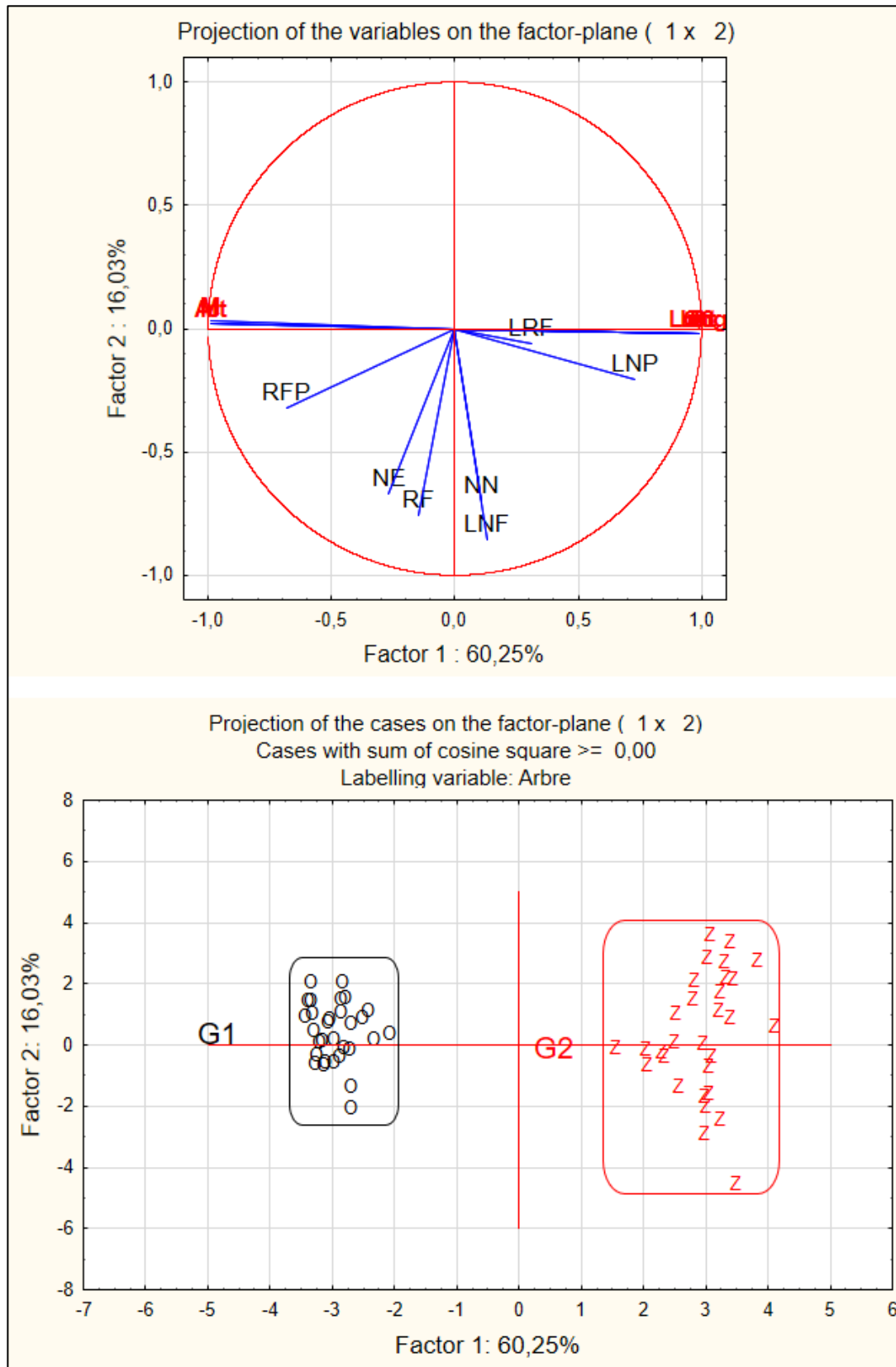


Figure 12. Analyse en composante principales (ACP) des variables morphologiques quantitatives et environnementales concernant les feuilles : Cercle de corrélation des variables (A) et diagramme de dispersion des individus (60 arbres) (B).

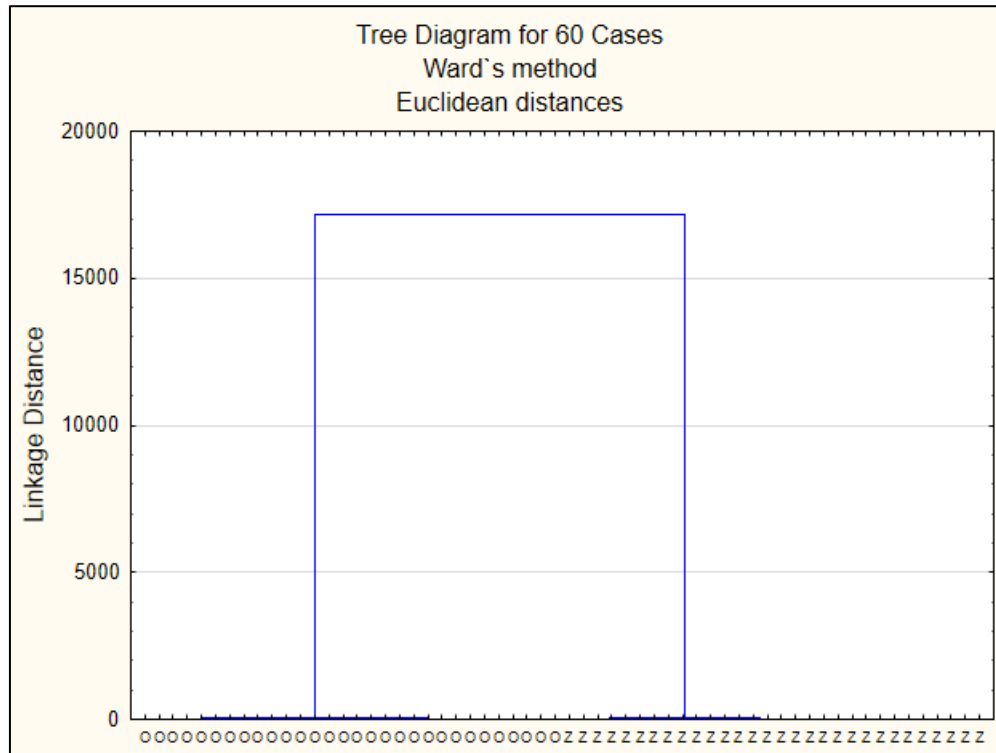


Figure 13. Dendrogramme de la classification hiérarchique ascendante appliquée à l'ensemble des deux populations par la méthode de WORD via la distance euclidienne.

2. Discussion

Cette section débat essentiellement l'effet des facteurs géographiques et climatiques sur les caractères morphologiques évalués pour notre espèce avec une étude comparative (Tableau 18) pour quelques résultats obtenus dans la littérature.

2.1 Effet des facteurs environnementaux (tableaux 14 et 15 ; figures 12 et 13)

L'hétérogénéité exprimée pour toutes les variables morphologiques relatives aux deux populations peut s'expliquer par les forces d'ordre abiotiques (climatiques et géographiques) des stations d'échantillonnage. Selon Rivas-Martinez (2005), la délimitation des étages bioclimatiques se fait en fonction des facteurs thermo et ombro-climatiques. Et par conséquent, cela permet une expression plus simple de la notion végétation-climat. En ce qui concerne nos résultats (Figure 12), le plan factoriel de l'analyse en composantes principales (ACP) pour les arbres des deux populations étudiées montre qu'il existe effectivement des gradients liés à la sécheresse globale, sous l'action modératrice des facteurs géographiques et climatiques. Suivant un gradient décroissant d'aridité, les deux populations se subdivisent en deux groupes, en fonction de leurs valeurs de Q3, de sorte que la station de Zitouna s'isole avec sa valeur élevée (Q3 = 160,1), formant un groupe distinct par rapport au groupe de la station de Oualbane, caractérisée par une

valeur plus faible (Q3 = 45,3).

La variabilité morphologique foliaire du chêne-liège (*Quercus suber*) est un phénomène bien documenté chez les espèces méditerranéennes. Elle s'exprime à la fois à l'échelle géographique, climatique, stationnelle, voire individuelle. Selon Pausas et al. (2009), cette espèce présente une grande plasticité écologique lui permettant de s'adapter à une large gamme de conditions bioclimatiques, depuis le subhumide jusqu'au semi-aride, en s'installant souvent sur des sols acides, siliceux et bien drainés.

D'autres auteurs (Natividade, 1950 ; Varela et al., 2008) ont montré que les caractères foliaires (épaisseur, taille, nombre de nervures) chez le chêne-liège varient selon l'intensité du stress hydrique, la lumière, ou la disponibilité en nutriments.

Concernant la couleur des feuilles, les pigments foliaires, responsables de la coloration (chlorophylles, caroténoïdes, anthocyanes), varient en fonction des conditions environnementales et des adaptations physiologiques de l'espèce (Bousquet, 2007 ; Asner & Martin, 2008). Chez le chêne-liège, ces variations de couleur peuvent aussi indiquer des réponses adaptatives à la lumière ou à la sécheresse.

2.2 Comparaison des données recueillies sur l'espèce (tableau 18)

D'après les résultats obtenus sur les populations de Chêne-liège (*Quercus suber* L.) dans les stations de Zitouna et Oualbane, il apparaît une variation morphologique notable traduisant un certain polymorphisme intra-spécifique. En effet, l'analyse des caractères quantitatifs des feuilles révèle que la population de Zitouna présente en moyenne des feuilles plus longues (50,58 mm) que celle d'Oualbane (49,05 mm), ce qui concorde globalement avec les mesures rapportées par Bourougaaoui et al. (2005) sur des peuplements de *Q. suber* en Tunisie (longueurs comprises entre 45 et 55 mm). La largeur moyenne des feuilles reste constante entre les deux sites (environ 25 mm), tandis que le rapport longueur/largeur avoisine 2, ce qui est conforme aux valeurs données par Lumaret et al. (2002), qui indiquent une grande variabilité du ratio foliaire chez cette espèce selon les gradients écologiques.

Concernant le pétiole, une différence significative est observée : Zitouna présente un pétiole plus long (9,84 mm) contre 7,21 mm à Oualbane. Ces résultats sont comparables à ceux signalés par Natividade (1950) qui mentionne que la longueur du pétiole peut varier de 5 à 12 mm selon l'exposition et l'âge de la feuille. Le nombre de nervures secondaires visibles reste élevé dans les deux stations (environ 11), ce qui est cohérent avec les descriptions de Barbero et Quezel (1976) pour les populations méditerranéennes. En revanche, la marge foliaire est fortement spinescente dans plus de 60 % des cas à Oualbane, ce qui peut être interprété comme une stratégie de défense contre le

broutement, comme le suggèrent Haneca et al. (2005) dans leurs travaux sur la plasticité des feuilles de chênes méditerranéens en lien avec les pressions biotiques.

Du point de vue qualitatif, les deux populations présentent une forte fréquence de feuilles symétriques (95 %), majoritairement elliptiques (70 %) et à apex aigus (71 %). Ces formes dominantes sont bien décrites dans les flores classiques comme celle de Tutin *et al.* (1993) (*Flora Europaea*) et de Quézel & Médail (2003), qui notent que le *Q. suber* montre généralement une morphologie foliaire intermédiaire entre celle du *Q. ilex* et du *Q. coccifera*, avec des caractères adaptatifs marqués par les conditions locales.

Par ailleurs, une divergence est visible dans la couleur des feuilles : alors que les feuilles vert sombre prédominent à Zitouna (72,56 %), celles d'Oualbane sont plus fréquemment vertes claires à intermédiaires (74,44 %), reflétant sans doute une adaptation à des conditions de lumière plus directe ou à un sol plus drainant. Ce type de variation phénotypique a également été observé par Blondel & Aronson (1999) dans les chênaies thermoméditerranéennes.

En somme, les caractères morphologiques observés suggèrent que les différences entre les deux populations peuvent être attribuées en partie aux facteurs abiotiques (climat local, altitude, disponibilité en eau) comme l'ont aussi proposé Bruschi et al. (2003) dans leurs études sur la variation foliaire de *Q. suber* en Toscane.

Toutefois, il convient également de prendre en compte la possible influence de facteurs biotiques (herbivorie, compétition) et de phénomènes d'introgession génétique, notamment avec des espèces proches comme *Q. ilex*, dans les zones de contact, comme discuté par Lumaret & Mir (1997). Cela soutient l'idée que le *Q. suber* en Algérie représente un complexe écologique et génétique qu'il convient d'étudier plus en détail à travers des approches intégrées (morphométrie, génétique moléculaire, écologie).

Conclusion

Ce travail propose une évaluation du statut phénotypique du *Quercus suber* (chêne-liège) en Algérie à travers l'étude comparative de la morphologie foliaire entre deux populations. L'analyse des caractères quantitatifs et qualitatifs révèle une variabilité significative, traduisant une richesse morphologique intra- et inter-populationnelle.

Cette diversité semble liée aux conditions écologiques locales, notamment à l'altitude, à l'humidité et aux contrastes thermiques. L'analyse comparative avec les espèces voisines montre que certaines caractéristiques du *Q. suber* algérien, notamment la forme des feuilles et leur marge spinescente, sont proches de celles de *Q. ilex* subsp. *rotundifolia*.

Ces résultats suggèrent que le chêne-liège pourrait être considéré, au moins partiellement, comme une espèce proche ou appartenant au complexe spécifique *Quercus* aggr. *Ilex*, plutôt que comme une entité totalement distincte.

Pour une meilleure compréhension de son statut taxonomique, il serait pertinent de compléter cette étude par des analyses portant sur d'autres organes (glands, écorce, pollen) et d'élargir l'échantillonnage à d'autres régions écologiquement contrastées.

Références bibliographiques

- Achhal, H. (1979). *Le chêne vert dans le Haut Atlas central : Étude phytoécologique. Problèmes posés par les aménagements de la chênaie* [Thèse de doctorat de 3ème cycle, Université d'Aix-Marseille].
- Alatou, D. (1994, 14-15 novembre). *Croissance rythmique du chêne liège et du chêne zeen* [Communication]. Première journée sur les végétaux ligneux, Constantine, Algérie.
- Asner, G. P., & Martin, R. E. (2008). *Spectral and chemical analysis of tropical forests: Scaling from leaf to canopy levels*. *Remote Sensing of Environment*, 112(10), 3958-3970.
- Aussenac, G. (1973). *Effets de conditions microclimatiques différentes sur la morphologie et la structure anatomique des aiguilles de quelques résineux*. *Annales des Sciences Forestières*, 30(4), 375-392.
- Barbero, M., & Loisel, R. (1980). *Le chêne vert en région méditerranéenne*. *Revue Forestière Française*, 32(6), 531-543.
- Barbero, M., & Loisel, R. (1983). *Les chênaies vertes du Sud-Ouest de la faune Méditerranéenne. Valeurs phytosociologiques, dynamiques et potentielles*. *Phytocoenologia*, 11(2), 225-244.
- Barbero, M., Loisel, R., & Quézel, P. (1992). *Biogeography, ecology and history of Mediterranean Quercus ilex ecosystems*. *Vegetatio*, 99/100, 19-34.
- Barry, J. P., Celles, J. C., & Faurel, L. (1976). *Notice de la carte internationale du tapis végétal et des conditions écologiques - Feuille d'Alger au 1/1.000.000*. Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord.
- Bayer, E., Buttler, K. P., Finkenzerler, X., & Grau, J. (2005). *Guide de la flore méditerranéenne*. Delachaux et Niestlé.
- Berrichi, M. (2011). *Détermination des aptitudes technologiques du bois de Quercus rotundifolia Lamk. et possibilités de valorisation* [Thèse de doctorat d'État en sciences forestières, Université de Tlemcen].
- Bidault, M. (1971). *Variation et spéciation chez les végétaux supérieurs : Notions fondamentales de systématique moderne*. Doin.
- B.N.E.F. (1983). *Étude d'aménagements forestiers du massif du Séalba Gharbi (wilaya Djelfa)*. Bureau National des Études Forestières.
- Bonin, G. (1994). *Quelques aspects des forêts d'Afrique du Nord*. *Forêt Méditerranéenne*, XV(1), 69-74.
- Boudy, P. (1950). *Économie forestière Nord-Africaine. Tome 2, Fasc. 1. Monographie et traitement des essences forestières*. Larose.
- Boudy, P. (1952). *Guide du forestier en Afrique du Nord*. La Maison Rustique.
- Camus, A. (1945). *Produits des Chênes*. *Revue de Botanique Appliquée et d'Agriculture Coloniale*, 25(275-276), 24-37.
- Caudullo, G., Welk, E., & San-Miguel-Ayanz, J. (2017). *Chorological maps for the main European woody species*. *Data in Brief*, 12, 662-666.
- Charef, M., Yousfi, M., Saidi, M., & Stocker, P. (2008). *Determination of the fatty acid composition of acorn (Quercus) and Pistacia lentiscus seeds growing in Algeria*. *Journal*

- of the American Oil Chemists' Society, 85, 921-924.
- Dahmani, M. (1997). *Le chêne vert en Algérie : syntaxonomie, phytoécologie et dynamique des peuplements* [Thèse de doctorat, Université Houari Boumediene].
- Dahmani-Megrouche, M. (2002). *Typologie et dynamique des chênaies vertes en Algérie. Forêt Méditerranéenne*, XXIII(2), 117-132.
- Dajoz, R. (1985). *Précis d'écologie*. Bordas.
- Dajoz, R. (2003). *Précis d'écologie*. Dunod.
- Del-Villar, E. (1947). *Les Quercus de l'herbier d'Algérie. Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, 38, 92-100.
- Derory, J. (2005). *Génomique et diversité du débourrement chez les chênes* [Thèse de doctorat, Université de Bordeaux 1].
- Dilem, A. (1982). *Établissement d'un tarif de cubage par les taillis de chêne vert de la région d'El Hassasna (W. Saida) et étude des principales propriétés physiques de cette essence* [Thèse d'ingénieur en agronomie, INA Alger].
- Djebaili, S. (1984). *Steppe algérienne, Phytosociologie et écologie*. O.P.U.
- Emberger, L. (1955). *Une classification biogéographique des climats. Recueil des Travaux des Laboratoires de Botanique, Géologie et Zoologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Montpellier, Série Botanique*, 7, 3-43.
- Emberger, L. (1971). *Travaux de botanique et d'écologie*. Masson.
- Faurie, C., Farra, C., & Medori, P. (1980). *Écologie*. J.-B. Baillière.
- Ferka, N. (2006). *Impact de l'occupation spatio-temporelle des espaces sur la conservation de l'écosystème forestier. Cas de la commune de Tessala, Wilaya de Sidi Bel Abbes, Algérie* [Thèse de magister en foresterie, Université de Tlemcen].
- Floret, C., Galan, M. J., Le-Floc'h, E., & Romane, F. (1992). *Dynamics of holm oak (Quercus ilex L.) coppices after clearcutting in southern France. Vegetatio*, 99/100, 97-105.
- Garcia Rallan, M. (1981). *Claves de la Flora de Espana, I. Ediciones Mundi-Prensa*.
- Girardet, P. (1980). *Chêne vert (Quercus ilex). Bulletin de Vulgarisation. C.A.V.I.F.*
- Hafsi, Z. (2018). *Étude écobotanique et morphologique des feuilles, des galbules et des surfaces épidermiques chez les espèces du genre Juniperus L. en Algérie* [Thèse de doctorat, Université Ziane Achour de Djelfa].
- Haichour, R. (2009). *Stress thermique et limite écologique du Chêne vert en Algérie* [Thèse de magister en biologie et écologie, Université Mentouri Constantine].
- Halimi, A. (1980). *L'Atlas Blidéen - Climats et Étages Végétaux. Office des Publications Universitaires*.
- Kherief-Naceraddine, S. (2006). *Étude de la variabilité des températures extrêmes et pérennité des arbres urbains dans la région de Constantine* [Mémoire de magister, Université Mentouri Constantine].
- Kirat, S. (2006). *Les conditions d'émergence d'un système d'élevage spécialisé en engraissement et ses conséquences sur la redynamisation de l'exploitation agricole et la filière des viandes rouges bovines - cas de la wilaya de Jijel en Algérie* [Thèse de Master of Science, CIHEM-IAMM].

- Kremer, A., Petit, R. J., & Ducouso, A. (2002). *Biologie évolutive et diversité génétique des Chênes sessile et pédonculé*. *Revue Forestière Française*, LIV(2), 111-130.
- Le Cœur, C., Amat, J. P., Dorize, L., & Gautier, E. (1996). *Éléments de géographie physique*. Bréal.
- Leberton, P., Barbero, M., & Quézel, P. (2001). *Contribution morphométrique et biochimique à la structuration et à la systématique du complexe spécifique Chêne vert Quercus ilex L.* *Biocosme Méditerranéen*, 18(4), 289-317.
- Lebreton, P., & Perez de Paz, P. L. (2001). *Définition du Genévrier de Phénicie (Juniperus agr. phoenicea), reconsidéré à ses limites biogéographiques : Méditerranée orientale (Crète et Chypre) et Atlantique (Îles Canaries)*. *Bulletin Mensuel de la Société Linnéenne de Lyon*, 70(4), 73-92.
- Leroy, M. (2002). *La mesure au sol de la température et des précipitations*. *La Météorologie*, 8(39), 52-56.
- Letreuch-Belarouci, N. (1995). *Réflexion autour du développement forestier : les zones potentielles de productions, les objectifs*. OPU.
- Lodé, T. (1998). *Cours de génétique des populations*. Ellipses.
- Louni, D. (1994). *Les forêts algériennes*. *Forêt Méditerranéenne*, XV(1), 59-63.
- Maire, R. (1926). *Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie*. Gouvernement Général d'Algérie.
- Maley, M., & Parker, W. (1993). *Phenology variation in cone and needle characters of Pinus banksiana*. *Canadian Journal of Botany*, 71(1), 43-51.
- Manos, P. S., & Stanford, A. M. (2001). *The historical biogeography of Fagaceae: Tracking the Tertiary history of temperate and subtropical forests of the northern hemisphere*. *International Journal of Plant Sciences*, 162(S6), S77-S93.
- Medjmadj, A. (2014). *Biologie des chênes Algériens [Mémoire de magister, Université de Constantine I]*.
- Meharzi, M. K. E. (2010). *Forêts, géo-systèmes et dynamique du Milieu : le cas de l'Aurès [Mémoire de magister, Université Mentouri Constantine]*.
- Messaoudène, M. (1996). *Chêne zéen et chêne afares*. *La Forêt Algérienne*, 1, 18-25.
- Messaoudène, M., & Tessier, L. (1991). *Croissance radiale de Quercus canariensis Willd. et Quercus afares Pomel en Kabylie (Algérie)*. *Ecologia Mediterranea*, 17, 119-133.
- Mokhtari, N., Mrabet, R., Lebailly, P., & Bock, L. (2013). *Spatialisation des bioclimats, de l'aridité et des étages de végétation du Maroc*. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 2(1), 50-66.
- Naggar, M. (2000). *Éléments de base d'une stratégie de sylvopastoralisme en Afrique du Nord*. *Options Méditerranéennes, Série A*, 39, 191-202.
- Natividade, J. V. (1956). *Subériculture*. École Nationale des Eaux et Forêts.
- Nixon, K. C. (1993). *Infrageneric classification of Quercus (Fagaceae) and typification of sectional names*. *Annales des Sciences Forestières*, 50(Suppl. 1), 25s-34s.
- Oubellil, D. (2010). *Sélection de l'habitat et écologie alimentaire du chacal doré Canis aureus algirensis dans le Parc National de Djurdjura [Mémoire de magister, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou]*.

- Paton, D., Garcia-Herrera, R., Cuencia, J., Galavis, M., & Roig, F. A. (2009). Influence of climate on radial growth of holm oaks (*Quercus ilex* subsp. *ballota* Desf) from SW Spain. *Geochronometria*, 34, 49-56.
- Pouget, M. (1980). *Les relations sol-végétation dans les steppes Sud-algéroises*. ORSTOM.
- Quézel, P. (1976). Les chênes sclérophylles en région méditerranéenne. *Options Méditerranéennes*, 35, 25-29.
- Quézel, P. (1979). La région méditerranéenne française et ses essences forestières. Signification écologique dans le contexte circumméditerranéen. *Forêt Méditerranéenne*, I(1), 7-18.
- Rivas-Martinez, S. (2005). *Avances en Geobotánica*. Real Academia de Farmacia.
- Romuald. (2007, 26 février). Dans le monde, où trouver le genre *Quercus* ? http://r.menant.free.fr/article.php3?id_article=32
- Sari, D. (1977). *L'homme et l'érosion dans l'Ouarsenis (Algérie)*. Société Nationale d'Édition et de Diffusion.
- Sauvage, C. H. (1961). *Recherches géobotaniques sur les subéraies marocaines*. Institut Scientifique Chérifien.
- Seltzer, P. (1946). *Le climat de l'Algérie*. Institut de Météorologie et de Physique du Globe de l'Algérie.
- Somon, E. (1987). *Arbres, Arbustes et Arbrisseaux d'Algérie*. OPU.
- Stewart, P. (1969). Quotient pluviothermique et dégradation biosphérique. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, 59, 23-36.
- Tutin, T. G., Heywood, V. H., Burges, N. A., Valentine, D. H., Walters, S. M., & Webb, D. A. (Eds.). (1993). *Flora Europaea, Vol. 1*. Cambridge University Press.
- Zeraia, L. (1978). La forêt Algérienne, Approche socio-écologique. *El Hindessa*, 2, 48-61.
- Zitouni, W. (2009). *Croissance et productivité d'un taillis de chêne vert à la lisière de la pinède Ain Mimoun - Massif d'Ouled Yagoub [Mémoire de magister, Université El Hadj Lakhdar, Batna]*.

M^{LLE} AISSAOUI RAHMA
M^{LLE} BENYAICHE MERIEM MALEK
M. LEKHELIFI MOHAMED LAMINE
M^{LLE} SEBBAGH RANIA

Titre : Etude de la variabilité morphologique de l'espèce *Quercus suber* L. (1753), au sein de deux populations naturelles d'Algérie.

Résumé :

Afin de mieux caractériser l'espèce *Quercus suber* L. (1753) et connaître son comportement adaptatif vis-à-vis de l'environnement, la variabilité phénotypique a été évaluée à l'échelle intra et inter-population dans deux stations répertoriées en Algérie (Zitouna et Oualbane), à l'aide d'une analyse descriptive et comparative de ses feuilles.

Le nombre d'arbres choisis aléatoirement est de trente (30) pieds dans chacune des deux stations. Ensuite, trente (30) feuilles ont été prélevées sur chaque arbre et conservées en laboratoire. Des caractères morphologiques (quantitatifs et qualitatifs) ont ensuite été évalués pour ces feuilles. L'analyse de variance montre des différences significatives pour les variables étudiées au niveau intra et inter-population, tandis que l'analyse factorielle réalisée a permis de séparer l'ensemble des populations étudiées en groupes bien distincts.

Il existe donc une grande diversité phénotypique pour notre espèce via l'ensemble des variables étudiées, qui peut s'expliquer par l'influence des pressions écologiques.

Mots-clés : *Quercus suber*, feuille, variabilité, population, morphologie, Algérie.

Title : Study of the Morphological Variability of the Species *Quercus suber* L. (1753), within Two Natural Populations in Algeria.

Abstract:

In order to better characterize the species *Quercus suber* L. (1753) and understand its adaptive behavior towards the environment, phenotypic variability was assessed at both intra- and inter-population levels in two locations identified in Algeria (Zitouna and Oualbane), using a descriptive and comparative analysis of its leaves.

Thirty (30) trees were randomly selected from each of the two stations. Then, thirty (30) leaves were collected from each tree and preserved in the laboratory. Morphological traits (quantitative and qualitative) were then evaluated for these leaves.

The analysis of variance showed significant differences in the variables studied at both intra- and inter-population levels, while the factor analysis allowed for the separation of all studied populations into clearly distinct groups.

Therefore, a high phenotypic diversity was observed in our species across all studied variables, which can be explained by the influence of ecological pressures.

Keywords : *Quercus suber*, leaf, variability, population, morphology, Algeria.

العنوان: دراسة التباين المورفولوجي لنوع البلوط الفليني (*Quercus suber* L. (1753) داخل مجموعتين طبيعيتين في الجزائر.

الملخص:

من أجل توصيف نوع البلوط الفليني (*Quercus suber* L. (1753) بشكل أفضل وفهم سلوكه التكيفي تجاه البيئة، تم تقييم التباين الظاهري على المستويين داخل المجموعة وبين المجموعات في منطقتين محددتين في الجزائر (زيتونة وولبان)، من خلال تحليل وصفي ومقارن لأوراقه.

تم اختيار ثلاثين (30) شجرة بشكل عشوائي من كل محطة، ثم جُمعت ثلاثون (30) ورقة من كل شجرة وحُفظت في المختبر. تم بعد ذلك تقييم الصفات المورفولوجية (الكمية والنوعية) لهذه الأوراق.

أظهر تحليل التباين فروقاً معنوية بين المتغيرات المدروسة على المستويين داخل المجموعات وبينها، بينما مكّن التحليل العملي من فصل جميع المجموعات المدروسة إلى مجموعات مميزة بوضوح.

وبالتالي، لوحظ وجود تنوع ظاهري كبير في هذا النوع النباتي استناداً إلى جميع المتغيرات المدروسة، وهو ما يمكن تفسيره بتأثير الضغوط البيئية.

الكلمات المفتاحية: *Quercus suber*، ورقة، تباين، مجموعة، مورفولوجيا، الجزائر.