

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université 20 Août 1955 Skikda

Faculté des Sciences

Département des Sciences Agronomiques



Mémoire de fin d'études

En Vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Sciences Agronomiques

Option : Amélioration des Plantes

Thème

La variabilité comparée de différents caractères morphologiques (feuilles)
chez le chêne vert, *Quercus Ilex* L. (1753), au sein de deux populations
naturelles d'Algérie.

Présenté par :

- M^{lle} HOUAINE Anfal
- M^{me} KARBOUA LAOUAR Imen
- M^{me} KHERBACHA Wafa

Membres de jury :

M ^{me} SOUILAH Nabila (MCA)	Présidente	Université du 20 Août 1955 – Skikda
M. HAFSI Zakaria (MCB)	Encadrant	Université du 20 Août 1955 – Skikda
M ^{me} LARIT SABAH (MCB)	Examinatrice	Université du 20 Août 1955 – Skikda

Année Universitaire : 2021-2022

Remerciements

Au terme de ce travail, nous remercions avant tout le **DIEU LE TOUT PUISSANT** de nous avoir donné le courage et la volonté pour accomplir ce mémoire.

Tout d'abord, nous tenons à remercier **M. HAFSI Zakaria** pour son encadrement, sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce manuscrit ;

Nous remercions aussi tous les membres du jury (**M^{me} SOUILAH Nabila & M^{me} LARIT Sabah**) qui ont accepté d'examiner notre mémoire ;

Enfin, nos remerciements s'adressent à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

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 LA FEMME QUI A SOUFFERT SANS ME LAISSER SOUFFRIR, QUI N'ÉPARGNE AUCUN EFFORT POUR ME RENDRE HEUREUSE. LA FLAMME DE MON CŒUR, MA VIE ET MON BONHEUR ;

...À MA MAMAN QUE J'AIME...

À MA CHÈRE SŒUR ASMA ET MES CHERS FRÈRES ANIS, TAREK ET SEIF EL DINNE ; 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 GRANDES FAMILLES PATERNELLE ET MATERNELLE ; QUE DIEU LEURS DONNE UNE LONGUE ET JOYEUSE VIE.

À MES CHÈRES COPINES Wafa, ANFEL, NADIA ET CHAIMA ; QUI ONT TOUJOURS DE MES CÔTÉS, QUI ME MOTIVENT ET ME DONNENT L'AMOUR ET L'ESPOIR. QUE DIEU LES GARDE TOUJOURS.

À MON MARI CHOUAIBE ;

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.



IMEN

Dédicace

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

À MES CHERS PARENTS ;

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

À MES CHERS FRÈRES ISLAM, AHMED ET MOHAMED ET MA SEULE SŒUR SARA ;

JE VOUS DÉDIE CETTE THÈSE POUR VOS PRIÈRES ET VOTRE AMOUR INCONDITIONNEL.

À MON FUTUR MARI CHEAIBE ET SANS OUBLIER MA BELLE-FAMILLE ;

À TOUS LES MEMBRES DE MA FAMILLE ET TOUTE PERSONNE ;

QUI PORTE LE NOM KHARBECHÉ.

FINALEMENT,

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



WAFÀ

Dédicace

C'EST AVEC PROFONDE GRATITUDE ET SINCÈRES REMERCIEMENTS QUE JE DÉDIE CE MODESTE MÉMOIRE :

À MES TRÈS CHERS PARENTS ;

SOURCE DE TENDRESSE ET DE NOBLESSE DONT LEUR RÊVE ÉTAIT TOUJOURS ME VOIR RÉUSSIE. VRAIMENT AUCUNE DÉDICACE NE SAURAIT EXPRIMER MON ATTACHEMENT, MON AMOUR ET MON AFFECTATION ENVERS EUX. JE LEUR OFFRE CET HUMBLE TRAVAIL EN TÉMOIGNAGE DE LEUR SACRIFICE.

À MES DEUX SŒURS : IMANE ET INASSE ET MES DEUX FRÈRES : ATTE ET AYMEN ;
EN TÉMOIGNAGE DE LA FRATERNITÉ AVEC MES SOUHAITS DE BONHEURS DE SANTÉ.

AUX FAMILLES DE : MON PÈRE, MA MÈRE, MON GRAND-PÈRE, MA GRAND-MÈRE ;

À MES AMIS PROCHES ;

ET À TOUTES LES PERSONNES ;

QUI M'ONT AIDÉE DE PRÈS OU DE LOIN DANS LA RÉALISATION DE CE TRAVAIL.



ANFAL

Abréviations

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

Liste des tableaux

Numéro	Titre	Page
CHAPITRE I. PRESENTATION L'ESPECE		
Tableau 1	Différentes classifications du genre <i>Quercus</i> L.	04
Tableau 2	Principaux chênes Algériens et leurs superficies (en ha).	07
CHAPITRE II. ETUDE DU MILIEU, MATERIEL ET METHODES		
Tableau 3	Principales caractéristiques géographiques des sites étudiés.	16
Tableau 4	Caractéristiques des stations climatiques de référence, périodes et sources des données (O.N.M. d'Alger)	18
Tableau 5	Paramètres et indices climatiques appliqués pour les sites d'échantillonnage.	18
Tableau 6	Données thermiques (en C°) et pluviométriques (en mm) corrigées des sites étudiés	20
Tableau 7	Types de régime saisonnier correspondants aux sites d'échantillonnage.	20
Tableau 8	Types et sous-types de continentalité thermique selon Rivas-Martinez (2005a)	21
Tableau 9	Valeurs de l'amplitude annuelle moyenne et Bioclimats correspondants selon les classifications de Rivas-Martinez (2005)	22
Tableau 10	Pluviométrie, températures et quotients d'aridité des sites étudiés	23
Tableau 11	Variables morphologiques quantitatives mesurées.	27
Tableau 12	Variables morphologiques qualitatives étudiées.	27
CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSIONS		
Tableau 13	Caractéristiques des caractères quantitatifs mesurés pour les feuilles des deux stations	36
Tableau 14	Fréquences (%) pour les variables qualitatives par station.	37
Tableau 15	Corrélations entre les variables quantitatives mesurées relative aux feuilles	38
Tableau 16	Valeurs propres issues de l'ACP.	40
Tableau 17	Corrélations entre les variables sur le plan factoriel (1x2).	40
Tableau 18	Comparaison des données recueillies pour l'espèce dans la littérature.	46
ANNEXES		
Tableau 19	Corrélations entre les variables sur le plan factoriel révélé par l'ACP.	53

Liste des figures

Numéro	Titre	Page
CHAPITRE I. PRESENTATION DE L'ESPECE		
Figure 01	Situation du genre <i>Quercus</i> dans le monde selon Romuald (2007).	06
Figure 02	Arbre dressé de chêne vert au niveau de la station de Teniet El Abed (Photographie : Hafsi ,2022)	10
Figure 03	Feuillage denté du chêne vert - station de Teniet El Abed (Photographie : Hafsi, 2022).	10
Figure 04	Feuillage denté du chêne vert - Parc de Belezma (Photographie : Hafsi, 2022)	11
Figure 05	Répartition du chêne vert dans le monde (Caudullo et al., 2017).	12
Figure 06	Aire géographique du Chêne vert (<i>Q. ilex.</i>) en Algérie (Barry et al., 1976 modifiée par Dahmani-Megrerouche, 2002).	14
CHAPITRE II. ETUDE DU MILIEU, MATERIEL ET METHODES		
Figure 07	Localisation des deux sites d'échantillonnage de notre espèce dans la Wilaya de Batna. Belezma (B) et Teniet El Abed (T).	16
Figure 08	Diagramme ombrothermique de Bagnouls & Gaussen des stations d'échantillonnage. Belezma (B) et Teniet El Abed (T).	22
Figure 09	Situation des sites d'échantillonnage dans le climagramme d'Emberger concernant notre espèce. Belezma (B) et Teniet El Abed (T).	24
Figure 10	Matériel de laboratoire utilisé	26
Figure 11	Dimension d'une feuille dentée, mesurée de chêne vert de la station de Belezma (B).	26
CHAPITRE III. RESULTANTS ET DISCUSSION		
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 (90 arbres) (B).	41
Figure 13	Dendrogramme de la classification hiérarchique ascendante appliquée à l'ensemble des deux populations par la méthode de WORD via la distance euclidienne.	42

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction

1

CHAPITRE I. PRESENTATION DE L'ESPECE

1. Aperçu sur le genre *Quercus*

4

1.1 Généralités et historique

4

1.2 Taxonomie et clés de classification des espèces du genre

4

1.3 Caractères dendrologiques

5

1.4 Aire de répartition du genre *quercus*

6

1.4.1 Dans le monde

6

1.4.2 En Algérie

6

1.5 Intérêts et usages

7

1.6 Monographie des espèces du genre en Algérie

7

2. Aperçu sur l'espèce étudiée - *Quercus ilex* L.

8

2.1 Généralités

8

2.2 Systématique

8

2.3 Caractères dendrologiques

10

2.3.1 Caractères botaniques

10

2.3.1.1 Allure générale (tronc, écorce, système racinaire)

10

2.3.1.2 Feuilles

10

2.3.1.3 Fleurs et floraison

11

2.3.1.4 Fruits et fructification

11

2.3.2 Caractères écologiques

11

2.3.2.1 Facteurs climatiques

11

2.3.2.2 Facteurs édaphiques

11

2.4 Répartition géographique

12

2.4.1 Dans le monde

12

2.4.2 En Algérie

12

CHAPITRE II. ETUDE DU MILIEU, MATERIELS ET METHODE

1. Etude du milieu

15

1.1 Etude physique

15

1.1.1 Choix et localisation

15

1.1.2 Contexte administratif et biogéographique

16

1.1.2.1 Maâdid (M'sila)

16

1.1.2.2 Messaad (Boussaâda)

16

1.1.2.3 Sidi Baizid (Djelfa)

17

1.2 Etude climatique	18
1.2.1 Sources et périodes des données météorologiques	18
1.2.2 Paramètres et indices climatiques étudiés	18
1.2.3 Données et paramètres climatiques	19
1.2.4 Synthèse climatique	19
1.2.4.1 Le régime saisonnier	19
1.2.4.2 La continentalité	19
1.2.4.2.1 La continentalité thermique	21
1.2.4.3 La sécheresse	22
1.2.4.3.1 Indice de Bagnouls et Gausson (1953) et diagramme ombrothermique	22
1.2.4.3.2 Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger	23
2. Matériel et méthodes	26
2.1 Matériel	26
2.1.1 Matériel végétal	26
2.1.2 Dispositif expérimental	26
2.2 Méthodes	26
2.2.1 Etude morphométrique	26
2.2.1.1 Choix des caractères	26
2.2.1.2 Mensurations	26
2.2.2 Méthodes d'analyses statistiques	29
2.2.2.1 Type des caractères	29
2.2.2.2 Testes de normalité	29
2.2.2.3 Statistiques descriptives	29
2.2.2.4 Tests de significativité	29
2.2.2.5 Tests de corrélation	29
2.2.2.6 Analyses factorielles	29
2.2.2.7 Logiciels appliqués	30

CHAPITRE III. RESULTATS ET DISUSSION

1. Résultats	32
1.1 Morphométrie	32
1.1.1 Les caractères quantitatifs	32
1.1.1.1 Longueur de la feuille (LNF)	32
1.1.1.2 Largeur de la feuille (LRF)	32
1.1.1.3 Rapport (Longueur/largeur) de la feuille (RF)	32
1.1.1.4 Longueur du pétiole (LNP)	32
1.1.1.5 Rapport longueurs (feuille/pétiole) (RFP)	33
1.1.1.6 Longueur de la nervure médiane visible (LNV)	33
1.1.1.7 Nombre des nervures secondaires visibles (NN)	33
1.1.1.8 Nombre d'épines marginales (NE)	33
1.1.2 Les caractères quantitatifs	34
1.1.2.1 Symétrie de la feuille (SF)	34
1.1.2.2 Forme de la feuille (FF)	34

1.1.2.3 Couleur de la feuille (CF)	34
1.1.2.4 Forme de l'apex (FA)	34
1.1.2.5 Forme de la base du limbe (FB)	34
1.1.2.6 Forme de la marge FM)	35
1.1.2.7 Forme de l'insertion du pétiole (FP)	35
1.2 Analyse de la diversité morphologique	35
1.2.1 Tests de significativité	35
1.2.2 Tests de corrélation	35
1.2.3 Tests multivariés	39
1.2.3.1 Analyse en composantes principales(ACP)	39
2. Discussion	42
2.1 Effet des facteurs environnementaux (tableaux 14 et 15 ; figures 10 et 11)	42
2.2 Comparaison des données recueillies sur l'espèce (tableau 18)	43
Conclusion	47
Références bibliographiques	48
Annexes	53
Résumé	

Introduction

La famille des *Fagaceae* comprend plusieurs genres dont les plus communs sont représentés par *Fagus*, *Castanea* et *Quercus* (Manos *et al.*, 2001). Ce dernier, est sans doute un des genres forestiers les plus riches en espèces (Alatou, 1994). En Algérie, Il représente un capital forestier qui couvre des superficies étendues notamment dans le Nord et le Nord-Est (Alatou, 1994).

Parmi les taxons de ce genre, nous avons le chêne vert (appelée chêne yeuse) qui est l'espèce la plus importante et la plus spécifique de toute la région méditerranéenne (Barbero & Loisel, 1980). C'est un arbre sempervirent (Lecoeur *et al.*, 1996) qui occupe les étages bioclimatiques semi-aride et subhumide, humide et per humide (Barbero *et al.*, 1992).

De nombreuses études ont été menées sur le chêne vert au niveau mondial concernant la structure des feuilles, des tiges et de certains épidermes ainsi que les particularités des stomates (Bidault, 1971 ; Garcia-Rattan, 1981 ; Tutin *et al.*, 1993 ; Libreton *et al.*, 2001 et Bayer *et al.*, 2005). En Algérie, les travaux qui vise le volet morphologique de notre espèce sont rares (Dahmani, 1994-1997 ; Bougarne *et al.*, 2021).

L'objectif principal est l'étude de la variabilité comparée de différents caractères morphologiques (feuilles) chez le chêne vert, *Quercus Ilex* L. (1753), au sein de deux populations naturelles d'Algérie, ce qui, permettre de de connaitre le statut morpho-systématique de ce taxon et même son état dynamique impactée par les pressions abiotiques notamment climatiques.

Pour atteindre cet objectif, nous avons écrit ce mémoire en trois chapitres distincts, après une introduction comme suit :

- Un premier chapitre présente un aperçu général sur notre espèce « *Quercus ilex* L. ». (historique, classification, caractères dendrologiques, répartition, intérêts et usages...etc.) .
- Un deuxième chapitre vise la description des stations d'échantillonnage (cadre physique et climatique), le matériel utilisé et les méthodes appliquées.
- Un dernier chapitre présente les résultats obtenus, avec leur discussion (comparaison

des données obtenues).

Enfin, on termine ce mémoire par une conclusion qui résume les principaux résultats et les perspectives souhaitables.

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 licis*

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. Petraea*, *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

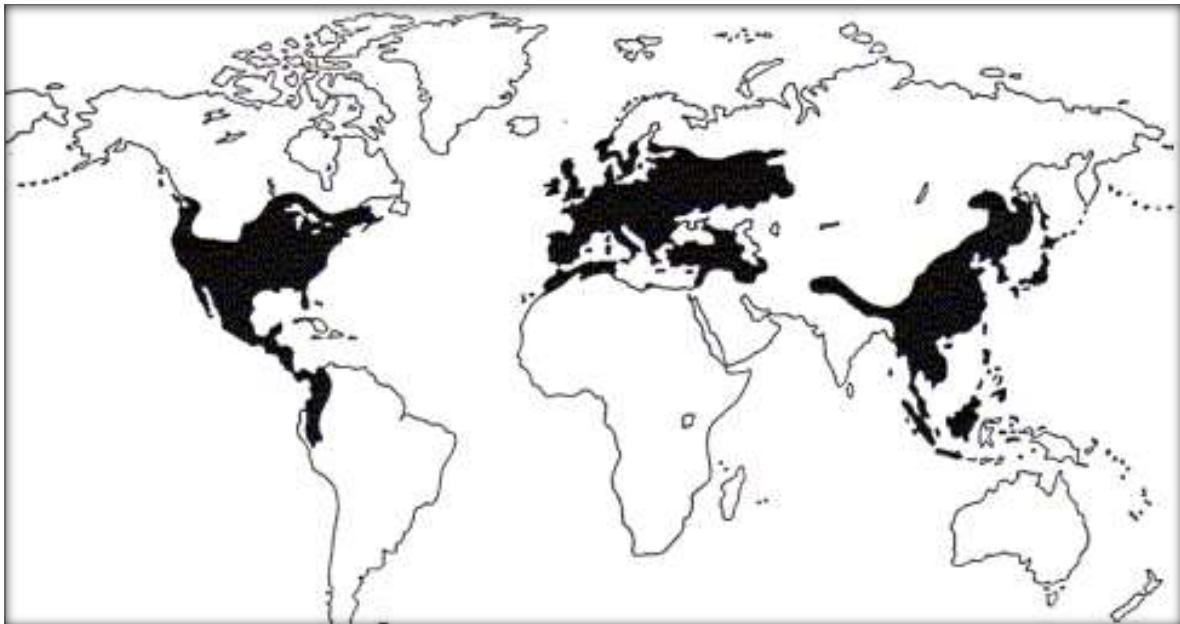


Figure 1. Situation du genre *Quercus* dans le monde selon Romuald (2007).

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 ilex* L. -

2.1 Description et historique

Le chêne vert est l'espèce la plus importante et la plus spécifique de toute la région méditerranéenne, il est appelé aussi chêne yeuse (Barbero & Loisel, 1980). L'espèce *ilex* fait allusion à ses feuilles qui ressemblent à celles du houx. Ce chêne est l'espèce la plus répandue du bassin méditerranéen où elle occupe actuellement entre 354 000 ha et 433 000 ha (Haichour, 2009). Sa vaste amplitude écologique lui permet de constituer des formations mixtes avec la plupart des espèces forestières.

Cette espèce est connue depuis l'Oligocène mais ce n'est qu'au cours du Villafranchien qu'il est soumis à des conditions climatiques (aridité et froid) comparables à celles qu'il rencontre actuellement en certaines régions d'Afrique du Nord (Barbero & Loisel, 1983).

2.2 Etymologie et Systématique

L'étymologie du chêne vert est dénommée comme suit :

- **Nom latin :** *Quercus ilex*.
- **Noms commun en FR :** Chêne vert, Yeuse.
EN : Holm oak, Evergreen Oak.
ES: Encina.

En ce qui concerne sa systématique, il occupe la place suivante (figure 2):

- Genre : *Quercus*
- Sous-genre : **Sclérophyllodys** (Schwartz, 1936)
- Espèce : *Quercus ilex* L, 1753 (section *Ilex* Endl., 1847).

Dénommé le chêne vert, *Quercus ilex* L. ou bien *Quercus rotundifolia* Lamk, a interminablement constitué un problème taxonomique

- Au XVIIIème siècle une première distinction basée, sur le type de gland (amer ou doux) est tentée par Lamark et Desfontaines.
- Par la suite, Schwartz & Rothmaler cités par Del Villar (1947) fondent la différence entre les deux espèces sur les caractères morphologiques des feuilles.
- Puis, Del Villar (1947) souligne, qu'au niveau d'un même arbre, peut exister un polymorphisme foliaire d'où la nécessité d'intégrer d'autres éléments plus fiables. Cette

ambiguïté a conduit les botanistes à conserver la désignation du *Quercus ilex* L pour toute la méditerranée.

- Plus tard, que Quézel (1979), puis Babero & Loisel (1980) reprennent la conception de Lamarck et distinguent sur la base de caractères morphologiques et surtout bioclimatiques, deux espèces différentes.

Selon Camus (1936-1954), les variétés que l'on a pu distinguer chez *Quercus ilex* sont très nombreuses (cinquantaine). En outre, pour beaucoup d'auteurs, quand on parle de *Quercus ilex*, ce sont les deux espèces que l'on désigne, et *Quercus rotundifolia* n'est qu'une variété méridionale et occidentale de *Quercus ilex*. Les deux espèces s'hybrident d'ailleurs très facilement entre elles, ce qui complique la distinction (Haichour, 2009).

2.3 Caractères dendrologiques de l'espèce

2.3.1 Caractères botaniques

2.3.1.1 Allure générale (tronc, écorce, système racinaire)

Le chêne vert est un arbre (Figure 2) sempervirent (Lecoeur et *al.*, 1996) de moyenne dimension, de 5 à 10 mètres de haut, mais qui peut atteindre 20 mètres en milieu humide. Il est micro à méso-phanérophyte. Il présente un tronc unique, trapu, tortueux et robuste, à écorce finement fissurée, de couleur brun grisâtre et qui apparaît sous forme de petits carrés. Ce taxon présente un système racinaire pivotant pouvant atteindre 10 mètres de profondeur et des racines latérales traçantes et drageonnantes (Girardet, 1980).

2.3.1.2 Feuilles

Les feuilles (Figure 3) sont alternes, coriaces, petites (3 à 8 cm de long, 1 à 3 cm de large) de forme variable (entières, dentées ou épineuses, elliptiques, lancéolées, arrondies). Elles sont luisantes, vert foncé sur le dessus, et pubescentes, blanchâtres à grisâtres dessous. Le pétiole est court 0,5 à 2 mm de longueur (Somon, 1987).

2.3.1.3 Fleurs et floraison

Les fleurs sont unisexuées (arbre monoïque) et la floraison qui s'étend d'avril à mai ne s'effectue que sur la première pousse de l'année pour les fleurs femelles, mais peut se retrouver sur la pousse de l'année précédente pour les fleurs mâles. Les fleurs mâles sont très abondantes et se

présentent sous forme de châtons de 4 à 7 cm de long, avec une couleur jaunâtre à reflets roux. Celles femelles sont solitaires et se situent à l'aisselle des feuilles supérieures (Floret et *al.*, 1992).



Figure 2. Arbre dressé de chêne vert au niveau de la station de Teniet El Abed (Photographie : Hafsi, 2022).



Figure 3. Feuillage denté du chêne vert - station de Teniet El Abed (Photographie : Hafsi, 2022).

2.3.1.4 Fruits et fructification

Les fruits (Figure 4) sont des akènes appelés glands, de dimensions variant de 1 à 3 cm de long. Ils sont regroupés sur un pédoncule commun en nombre de 1 à 5. Les glands mûrissent en un an. Ils sont bruns striés et légèrement pointus au sommet. Ils sont coiffés à leur base arrondie d'une cupule hémisphérique à écailles rapprochées, courtes, de couleur grisâtre.

La fructification est annuelle et se fait du mois de Novembre au mois de Décembre, mais ne commence que lorsque l'individu atteint environ 12 ans. A partir de 25 à 30 ans, elle devient appréciable et finalement.



Figure 4. Feuillage denté du chêne vert - Parc de Belezma (Photographie : Hafsi, 2022)

2.3.2 Caractères écologiques

Le chêne vert est réparti dans tous les étages bioclimatiques et sur tous les substrats. Les facteurs écologiques les plus importants qui influent sur son évolution sont : les facteurs climatiques et édaphiques.

2.3.2.1 Facteurs climatiques

Le Chêne vert occupe les étages bioclimatiques semi-aride et subhumide, humide et per humide. Cependant, il se développe mieux en climat subhumide (Barbero *et al.*, 1992). Il préfère les zones ensoleillées et tolère les températures chaudes atteignant 42°C mais supporte aussi le froid (-

15°C). Il est habitué à des endroits venteux et enclins aux embruns comme les bords de mer. Il supporte des précipitations de 384 mm à 1462 mm (Sauvage, 1961).

2.3.2.2 Facteurs édaphiques

Le Chêne vert s'accommode à divers substrats (Maire, 1926 ; Boudy, 1952 ; Quézel, 1976-1979) siliceux ou calcaires et des sols superficiels ou profonds. Il se rencontre sur grès, calcaires, marno-calcaires, dolomies et schistes (Achhal, 1979). La majorité des forêts de *Quercus ilex* se trouvent à 400 et 1200 m (Paton *et al.*, 2009).

2.4 Répartition géographique de l'espèce

2.4.1 Dans le monde

Cette espèce possède une large répartition géographique. Elle s'étend depuis la Chine et l'Himalaya jusqu'en Grande - Bretagne, puis aux confins Sahariens (Boudy, 1950 ; Tutin *et al.*, 1993) (figure 5).

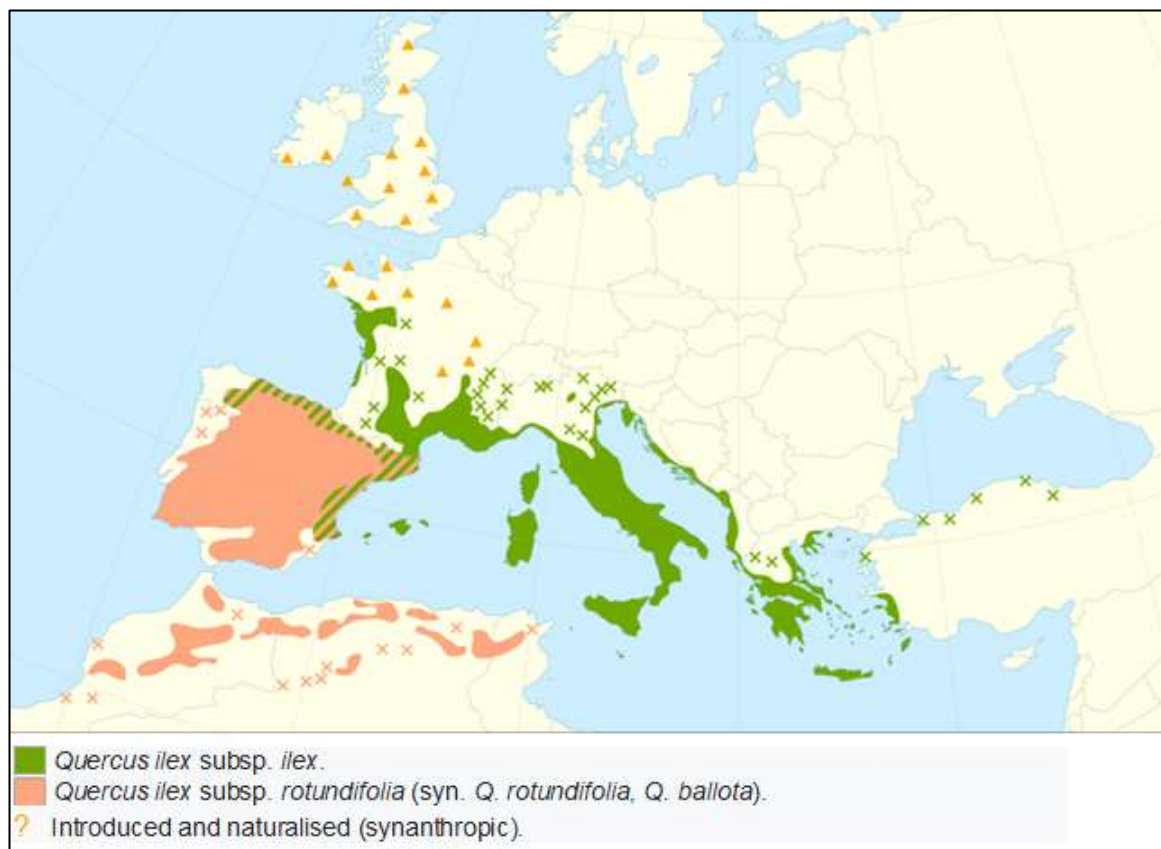


Figure 5. Répartition du chêne vert dans le monde (Caudullo *et al.*, 2017).

2.4.2 En Algérie

Le Chêne vert s'étend à toute l'Algérie (figure 6) du Nord, allant du littoral à l'Atlas saharien et de la frontière marocaine à la frontière tunisienne, il est qualifié de ciment vivant qui relie les massifs forestiers (Bonin, 1994 ; Naggar, 2000 ; Dahmani-Megrerouche, 2002 ; Charef *et al*, 2008).

- A l'Est algérien, il est présent sur les monts de Medjerda et sur les monts de Tébessa à Ain el-Badi. Dans les Aurès, il se trouve dans les zones les plus élevées (>1200m) et les plus septentrionales du massif. Sur le mont du Chélia sont rencontrées des forêts mixtes de Chêne vert et de cèdre de l'Atlas. Sur les monts de Belezma, cette essence constitue des taillis sur le Nord, et des maquis où il est associé avec le genévrier de Phénicie sur le versant Nord-est (dahmani-Megrerouche, 2002 ; Zitouni, 2009 ; Oubellil, 2010 ; Meharzi, 2010). Le Chêne vert se rencontre également dans le constantinois (), de même qu'au niveau des massifs des Babors et Tababor, il occupe de grandes surfaces (Kherief -Naceraddine, 2006 ; Kirat, 2006).
- Au niveau de l'Algérois, cette essence est rencontrée dans le massif du Zaccar et forme un taillis qui descend jusqu'à Miliana. Dans celui de Boughar, elle est mélangée au Pin d'Alep, alors que dans le massif de Theniet el Had et celui de Mouzaia, elle constitue la végétation. Dans l'Atlas Blidéen, sur les monts de Chréa, elle est rencontrée sous forme de maquis (Halimi, 1980). Sa présence est également notée dans l'Ouarsenis (Sari, 1977).
- À l'Ouest algérien, en Oranie où sont localisées les plus importantes yeuseries, qui constituent des vastes massifs purs en taillis (Louni, 1994), elles commencent à l'Est des monts de Tlemcen allant de Sebdou à la frontière algéro-marocaine. Dans la région de Tiaret notamment le massif de Tagdempt et de Sdamas, on rencontre des forêts importantes de chêne vert et de pin d'Alep (Zeraia, 1978) et à Saïda dans le massif forestier d'El Hassania (1260m).

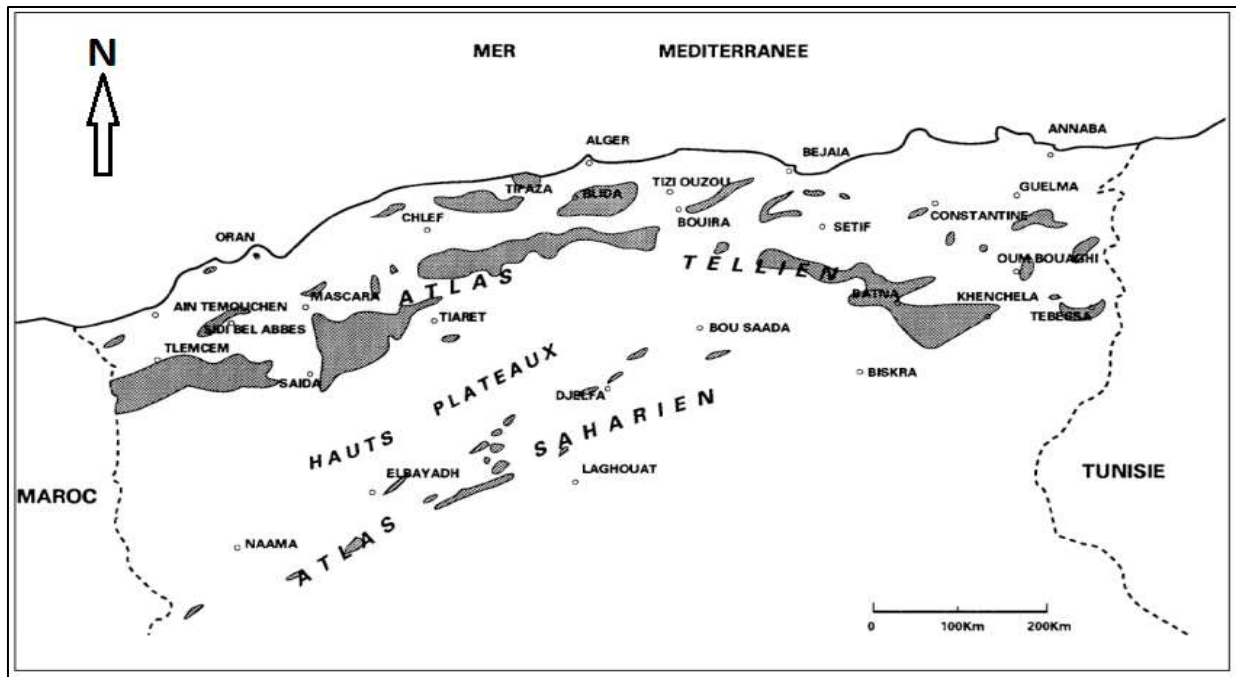


Figure 6. Aire géographique du Chêne vert (*Q. ilex*) en Algérie (Barry et al., 1976 modifiée par Dahmani-Megrerouche, 2002).

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 ilex* L. dans la région de Batna.

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)
Belezma (B)	1540	35°33 N	5°55 E	Batna
Teniet El Abed (T)	1280	35°15 N	6°11 E	Batna



Figure 7. Localisation des deux sites d'échantillonnage de notre espèce dans la Wilaya de Batna. Belezma (B) et Teniet El Abed (T).

1.1.2 Cadre administratif et biogéographique

1.1.2.1 Parc national de Belezma (Batna)

Le parc national de Belezma (en arabe : الحظيرة الوطنية بلزما) est un parc national algérien, situé dans la wilaya de Batna, au nord-est de l'Algérie.

Le mont Belezma, est un imposant massif au relief tourmenté, avec des vallées très étroites et des pics culminants jusqu'à 2 136 m (djebel Tichaou) et 2 178 m (djebel Refaâ), constitue le début de la chaîne des Aurès.

Il est caractérisé par un relief très tourmenté, avec des vallées très étroites et des pics culminants à 2 178 mètres. L'édification de la structure géologique de la région du parc résulte de l'interférence de deux grandes phases tectoniques successives de serrage qui se sont déroulées lors de la phase alpine et la phase atlasique de la fin de l'éocène.

Le climat de la région varie du subhumide frais au semi-aride froid, subissant les influences désertiques. La cédraie de Belezma subit tous les caprices et est qualifiée de faciès sec.

Les principales formations sylvatiques sont à base de cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) pur ou mélangé de houx (*Ilex aquifolium*) ou de chêne vert (*Quercus ilex*). Ce dernier présente des peuplements pur ou mélangé avec le genévrier rouge ou le frêne épineux. Notons aussi la présence importante de reliquats de peuplements de pin d'Alep.

La faune du parc est riche et très variée. Ainsi, plus du 1/5 des espèces protégées se trouvent présentes sur le territoire du parc ce qui démontre l'importance inestimable du capital faunistique. La faune mammalienne est riche (18 espèces). L'avifaune est représentée par 106 espèces, parmi lesquelles les rapaces diurnes et nocturnes. Une forte colonie d'insectes peuple le territoire du parc : (241 espèces). Les amphibiens (03) et les reptiles (19).

1.1.2.2 Teniet El Abed (Batna)

Le Daïra de Teniet El Abed est un daïra d'Algérie en Afrique du Nord. Il compte 34 982 habitants sur une superficie de 436 km². Oued Taga, Teniet El Abed et Chir sont les plus grandes villes du Daïra de Teniet El Abed parmi les 3 villes qui le compose.

Teniet El Abed, notre site 'd'échantillonnage est située à 59 km au sud de Batna, à 76 km au nord-est de Biskra et à 122 km à l'ouest de Khenchela. Le Climat semi-aride sec et froid est le climat principal du Daïra de Teniet El Abed.

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	Altitude (m)	Site d'échantillonnage
Batna	1981/ 2015	822	Belezma (B)
			Teniet El Abed (T)

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 (Belezma et Teniet El Abed) 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
Belezma (B)	m	-2,7	-2,4	0,2	2,8	7,1	11,5	14,3	14,4	11,5	7,2	1,9	-1,7	5,4	-
	M	6,8	8,1	11,7	15,1	20,9	26,5	30,5	29,9	24,3	19,0	12,1	7,7	17,7	-
	T	2,1	2,9	6,0	9,0	14,0	19,0	22,4	22,2	17,9	13,1	7,0	3,0	11,5	-
	P	45,1	34,8	48,9	49,4	58,2	26,5	13,7	29,4	50,4	35,6	34,4	43,9	-	470,2
Teniet El Abed (T)	m	- 1,6	-1,3	1,3	3,9	8,2	12,6	15,4	15,5	12,6	8,3	3,0	-0,6	6,4	-
	M	8,6	9,9	13,5	16,9	22,7	28,3	32,3	31,7	26,1	20,8	13,9	9,5	19,5	-
	T	3,5	4,3	7,4	10,4	15,4	20,4	23,8	23,6	19,3	14,5	8,4	4,4	13,0	-
	p	40,1	31,0	43,5	43,9	51,7	23,6	12,2	26,1	44,8	31,6	30,6	39,1	-	418,2

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
Belezma (B)	123,8	133,2	69,5	113,9	PHAE
Teniet El Abed (T)	110,1	139,2	61,8	107,0	PHAE

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 pour les sites d'échantillonnage révèle ce qui suit (Tableau 9) :

- Les deux sites étudiés (Belezma et Teniet El Abed) ont le même bioclimat Semi-continental atténué avec une valeur de $I_c = 20.04$ C°.

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

Site	A (°C)	Bioclimat
Belezma (B)	20.4	Semi-continental atténué
Teniet El Abed (T)		

A = (T max - T min), amplitude thermique annuelle moyenne en °C.

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 Belezma a marqué une courte période estivale (trois mois) par rapport au deuxième site (Teniet El Abed) qui a enregistré une période sèche plus importante (trois mois et demi) (Figure 8)

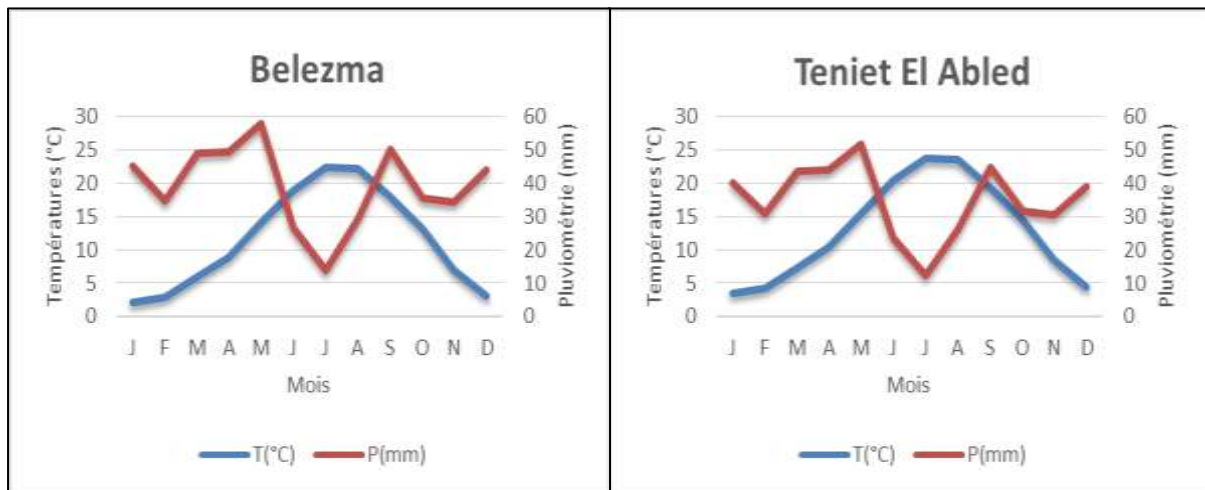


Figure 8. Diagramme ombrothermique de Bagnouls & Gaussen des stations d'échantillonnage. Belezma (B) et Teniet El Abed (T).

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 Sub-humide froid pour Belezma ($Q_3=48.7$) jusqu’au semi-aride froid pour Teniet El Abed ($Q_3 =42.3$).

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

Site	T (°C)		P (mm/an)	Q ₃	Bioclimats
	M (°C)	m (°C)			
Belezma (B)	30.5	-2.7	470.2	48.7	Sub-humide froid
Teniet El Abed (T)	32.3	-1.6	418.2	42.3	Semi-aride froid

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.

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 (2021-2022) 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), d'un stéréoscope Optika (grossissement 40x) et d'une loupe à main.



Figure 10. Matériel de laboratoire utilisé

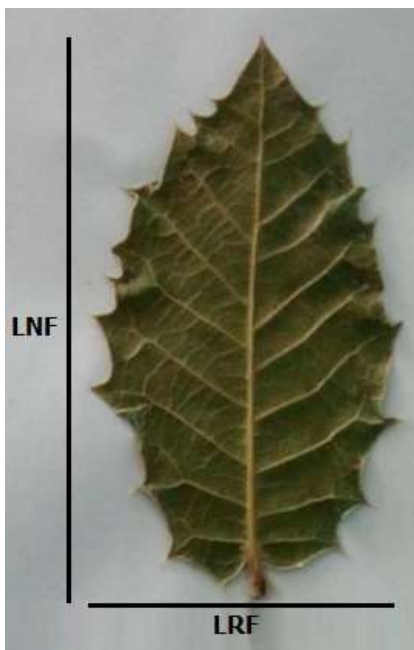


Figure 11. Dimension d'une feuille dentée, mesurée de chêne vert de la station de Belezma (B).

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
Longueur de la nervure médiane visible	LNV
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 et écart-type 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 multi-variées 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

CHAPITRE III

RESULTATS ET DISCUSSION

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 Teniet Al Abed varie entre 23,54 mm et 82,62 mm avec une valeur de 46,18 mm. Par contre à Belezma, une moyenne plus faible a été enregistrée (35,73 mm) variant entre 22,08 mm et 79,45 mm. Les feuilles mesurent en moyenne 40,95 mm pour notre espèce avec un écart type de 9,37 mm et un coefficient de variation de 22,88 % (Tableau 13).

1.1.1.2 Largeur de la feuille (LRF)

A Teniet Al Abed, nous avons la moyenne (25,89 mm) qui varie entre (12,88-52,90 mm) avec un écart type de 6,27 mm et un coefficient de variation de 24,21 % ; tandis qu'à Belezma, la moyenne, l'étendue, l'écart type et le coefficient de variation enregistrées sont 19,00 mm, (10,18-49,39 mm), 5,85 mm et 30,78 %, respectivement. La moyenne pour l'espèce avec son étendue sont les suivants : 22,44 mm et (10,18-52,90) 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 Teniet Al Abed et Belezma avec leurs étendus qui sont variables (0,95-3,54 mm et 1,11-4,15 mm, respectivement). La moyenne pour l'espèce est égale à 1,91 mm avec son écart type 0,44 mm. La population qui a la valeur la plus importante est celle de Teniet El Abed (Tableau 13).

1.1.1.4 Longueur du pétiole (LNP)

La longueur du pétiole nous a donné les moyennes suivantes : 5,46 mm et 4,66 mm avec leurs valeurs minimales et maximales de 1,03-9,99 mm et de 1,72-18,02 mm pour les stations Teniet Al Abed et Belezma, respectivement. Concernant l'écart-type et le coefficient de variation, les valeurs enregistrées sont de 1,81 mm et 33,14 % à Teniet Al Abed et de 1,72 mm et 36,88 % à Belezma. La moyenne enregistrée pour l'espèce est de 5,06 mm, les pétioles sont plus longs à Teniet El Abed par 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 9,47 mm dans un intervalle min-max de 3,60-46,71 mm à Teniet Al Abed. A Belezma, une moyenne de 8,31 avec un minimum de 3,16 mm et un maximum de 35,28 mm a été marquée.

L'écart-type et le coefficient de variation sont de 9,47 mm - 43,17 % et 2,80 mm -33,68 %, respectivement, pour Teniet Al Abed et Belezma. La moyenne pour l'espèce est de 8,89 mm, la valeur importante est enregistrée à Teniet Al Abed (Tableau 13).

1.1.1.6 Longueur de la nervure médiane visible (LNV)

Au niveau de Belezma, la longueur de la nervure médiane visible de la feuille a enregistré la moyenne de 18,58 mm avec son étendue de 2,96-40,79 mm. Tandis qu'à Teniet Al Abed, la moyenne est de 36,25 mm avec une étendue entre 3,80-58,82 mm. L'écart-type et le coefficient de variation sont de 7,80 mm- 21,52% à Teniet Al Abed et de 5,79 mm - 31,13 %, à Belezma (Tableau 13).

1.1.1.7 Nombre des nervures secondaires visibles (NN)

Le nombre des nervures secondaires visibles est en moyenne de 11,64 et 11,44 nervures avec leurs étendues de 5-19 nervures et de 4-22 nervures à Belezma et Teniet Al Abed, respectivement. L'écart-type et le coefficient de variation sont de 1,93nervures, 16,58 %; de 2,24 nervures et 19,61 %, respectivement pour Belezma et Teniet El Abed. La moyenne enregistrée pour l'espèce est de 11,54 nervures (Tableau 13).

1.1.1.8 Nombre d'épines marginales (NE)

Le nombre des épines sur la marge est en moyenne de 7,97 et 11,26 épines avec les étendues de 0-28 épines et de 0-25 épines à Belezma et Teniet Al Abed, respectivement. La moyenne enregistrée pour l'espèce est de 9.62 épines avec son étendue 0-28 épines, son écart type 5,41 épines et enfin son coefficient de variation 56,21 % (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 : 76,44 % à Teniet Al Abed et 61,22 % à Belezma. . Pour l'espèce, les feuilles ont enregistré une symétrie de 68,83 % (Tableau 14).

1.1.2.2 Forme de la feuille (FF)

Deux formes majoritaires ont été rencontrées pour l'espèce (Elliptique 42,39 % Lancéolée 23,50 %). Il en est de même au niveau de la station de Belezma (Elliptique 54,78% et Lancéolée 33,67%). A Belezma dont la forme Lancéolée est importante 30,11 %, suivie par l'Arrondie avec le pourcentage de 19,44 % (Tableau 14).

1.1.2.3 Couleur de la feuille (CF)

Pour l'espèce, nous avons le vert (73,11%) qui est dominant, suivi par le vert clair (18,72 %) et le vert sombre (8,17%). Par station, on constate une hétérogénéité de la couleur des feuilles pour les deux populations sorte que le vert est le plus abondant à Belezma et surtout à Teniet Al Abed avec sa proportion de 99,89 %.

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 47,94 % et 26,61 % pour cette espèce. Il en est de même pour les deux stations. La forme Tronqué est absence au niveau de Belezma.

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 - 21,56 % ; Obtuse - 21,72 % et Arrondie - 20,83 %), elle est suivie par la forme irrégulière oblique (21,11%)

Pour les feuilles régulières, la forme Cunéiforme est celle majoritaire : Teniet Al Abed (avec 24,44 %). Tandis qu'à Belezma nous avons la forme obtuse (avec 26,89 %). Respectivement, en ce qui concerne les feuilles irrégulières, la forme Oblique donne les valeurs 22,44 %, 19,78 % (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 55,00 %. Pareillement, la même forme est majoritaire par population avec ses proportions : 46,78 % à Teniet Al Abed et surtout à Belezma (63,22%) (Tableau 14).

1.1.2.7 Forme de l'insertion du pétiole (FP)

Les deux formes Arrondie aplatie d'un seul côté et Arrondie sont présentes d'une façon majoritaire pour l'espèce (48,61% ; 46,72%). Respectivement, il en est de même par stations : Teniet Al Abed (49,44% et 47,78%) et Belezma (48,67% et 48,67%) avec leurs

variations (38.89 % et 58.22%), respectivement. Teniet Al Abed la forme arrondie est abondante (46.56%) (Tableau 14).

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 « Nombre des nervures secondaires visibles (NN) » qui est seulement significatif au seuil $p < 0,05$ (Tableau 14).

1.2.2 Tests de corrélation

Des liaisons fortes ($r > 0.5$) et hautement significatives ($p < 0,001$) sont enregistrées pour (tableau 15) :

- La longueur de la feuille LNF est liée avec : sa largeur LRF (0.83) ; la longueur de la nervure médiane visible LNV (0.91) ; la longueur du pétiole LNP (0.68) ; le nombre d'épines marginales NE (0.60). Ainsi, cette dernière variable NE, est reliée à la largeur de la feuille LRF avec la valeur (0.72) et à longueur de la nervure médiane visible LNV (0.54).
- La longueur du pétiole LNP avec : la longueur de la nervure médiane visible LNV (0.52).
- Le reste des variables ont enregistré des corrélations, quelquefois significatives, mais, faibles ($r < 0.5$).

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

Caractères /Stations	Belezma(S)	Teniet Al Abed (M)	Moyenne (Espèce)
Longueur de la feuille en mm (LNF)	35,73***±7,38 (22,08-79,45) ***20,65	46,18***±8,16 (23,54-82,62) 17,67	40,95***±9,37 (22,08-82,62) 22,88
Largeur de la feuille en mm (LRF)	19,00±5,85 (10,18-49,39) 30,78	25,89***±6,27 (12,88-52,90) 24,21	22,44***±6,97 (10,18-52,90) 31,06
Rapport (Longueur/ Largeur) de la feuille (RF)	1,97***±0,44 (1,11-4,15) 22,33	1,86***±0,44 (0,95-3,54) 23,45	1,91***±0,44 (0,95-4,15) 23,06
Longueur du pétiole en mm (LNP)	4,66***±1,72 (1,72-18,02) 36,88	5,46***±1,81 (1,03-9,99) 33,14	5,06***±1,81 (1,03-18,02) 35,74
Rapport longueurs (feuille/ pétiole) (RFP)	8,31***±2,80 (3,16-35,28) 33,68	9,47***±4,09 (3,60-46,71) 43,17	8,89***±3,55 (3,16-46,71) 39,93
Longueur de la nervure médiane visible en mm (LNV)	18,58***±5,79 (2,96-40,79) 31,13	36,25***±7,80 (3,80-58,82) 21,52	27,42***±11,19 (2,96-58,82) 40,81
Nombre des nervures secondaires visibles (NN)	11,64***±1,93 (5,00-19,00) 16,58	11,44***±2,24 (4,00-22,00) 19,61	11,54*±2,09 (4,00-22,00) 18,15
Nombre d'épines marginales (NE)	7,97***±5,33 (0,00-28,00) 66,90	11,26***±4,96 (1,00-25,00) 44,06	9,62***±5,41 (0,00-28,00) 56,21
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	Teniet Al Abed (T) %	Belezma (S) %	Moyenne (Espèce) %	
Symétrie de la feuille (SF)	1- Symétrique	61,22	76,44	68,83	
	2- Asymétrique	38,78	23,56	31,17	
Forme de la feuille (FF)	1- Elliptique	30,11	54,78	42,39	
	2- Lancéolée	13,33	33,67	23,50	
	3- Arrondie	19,44	4,33	11,89	
	4- Ovale	13,33	4,56	8,94	
	5-Obovale	23,33	2,67	13,00	
	6- Rhomboïdale	0,44	0	0,22	
Couleur de la feuille (CF)	1- Vert clair	0,00	37,44	18,72	
	2- Vert	99,89	46,33	73,11	
	3- Vert sombre	0,11	16,22	8,17	
Forme de l'apex (FA)	1- Aigüe	32,44	63,44	47,94	
	2- Obtuse	26,56	26,67	26,61	
	3- Arrondie	24,22	9,67	16,94	
	4- Tronqué	5,89	0,00	2,94	
	5- Retusée	10,89	0,22	5,56	
Forme de la base du limbe (FB)	1- Régulière	1- Cunéiforme	24,44	18,67	21,56
		2- Obtuse	16,56	26,89	21,72
		3- Arrondie	20,56	21,11	20,83
		4- Tronquée	6,44	0,33	3,39
		5- Retusée	9,56	10,78	10,17
	2- Irrégulière	1- Oblique	22,44	19,78	21,11
		2- Falciforme	0,00	2,44	1,22
Forme de la marge (FM)	1- Entière	8,67	6,44	7,56	
	2- Spinescente	1- Finement	44,56	30,33	37,44
		2- Fortement	46,78	63,22	55,00
Forme de l'insertion du pétiole (FP)	1- Arrondie	44,78	48,67	46,72	
	2- Arrondie aplatie d'un seul coté	47,78	49,44	48,61	
	3- Aplatie	7,44	1,89	4,67	

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

Variabes quantitatives	LNF	LRF	RF	LNP	RFP	LNV	NN	NE
Longueur de la feuille en mm (LNF)	1,00	0,83***	-0,23	0,68***	0,26*	0,91***	0,21	0,60***
Largeur de la feuille en mm (LRF)		1,00	-0,72***	0,45***	0,42***	0,78***	0,30*	0,69***
Rapport (Longueur/ Largeur) de la feuille (RF)			1,00	0,04	-0,39**	-0,27*	-0,23	-0,45***
Longueur du pétiole en mm (LNP)				1,00	-0,47***	0,52***	0,18	0,32*
Rapport longueurs (feuille/ pétiole) (RFP)					1,00	0,34**	0,05	0,32*
Longueur de la nervure médiane visible en mm (LNV)						1,00	0,01	0,54***
Nombre des nervures secondaires visibles (NN)							1,00	0,20
Nombre d'épines marginales (NE)								1,00

Seuil de signification statistique *, $p < 0,05$; **, $p < 0,01$; ***, $p < 0,001$

1.2.3 Tests multivariés

1.2.3.1 Analyse en composantes principales (ACP)

A travers l'analyse en composantes principales, les deux premières dimensions expliquent une inertie totale de 77.95 % de sorte que la première donne 65.21 %, alors que la deuxième résume 11.69 % de l'inertie totale (tableau 16 et figure 12).

La projection des variables quantitatives relatives à la feuille révèle (figure 12A et tableau 17) sur les deux axes (1 et 2) ainsi que l'interaction de ces variables morphologiques avec celles géographiques et climatiques dans le cercle donne le suivant (tableau 17) :

- La longueur de la feuille (LNF), sa largeur (LRF), la longueur de sa nervure médiane visible (LNV) et le nombre d'écaillés marginales (NE) sont positivement et fortement liés à la première dimension avec les valeurs de r (0.86 ; 0.79, 0.96 et 0.60), respectivement. Ces variables sont corrélées négativement à la sécheresse globale ou l'aridité) via son coefficient d'Emberger Q_3 avec l'effet modérateur de l'ensemble des composantes environnementales (Altitude « Alt », Longitude « Long », intensité du froid « m » et précipitations « P »).
- La largeur de la feuille (LRF), les deux rapports (longueur / largeur de la feuille RF) ainsi que le nombre des nervures secondaires NN sont reliés fortement à la deuxième dimension avec leurs valeurs (0.57 ; -0.70 et 0.71), respectivement. Ces variables ne sont pas contrôlées par les facteurs environnementaux.

Les digrammes de la projection des 60 arbres des deux populations étudiées ont montré une nette séparation de deux groupes pour les feuilles (figure 12B). Ce sont les mêmes groupes indiqués le dendrogramme de la classification hiérarchique ascendante (CHA) obtenu par la méthode de Ward via les distances euclidiennes (figure 13)

Le premier axe (figure 10B) de la carte factorielle oppose un gradient lié à l'aridité à travers le gradient Q_3 qui est attaché essentiellement à l'action positive des composantes environnementales. La répartition des deux groupes (G1 et G2) se fait en fonction des valeurs de « Q_3 » décroissantes, allant de la valeur ($Q_3= 48.7$) pour Belezma vers la valeur ($Q_3= 42.30$) de la station de Teniet El Abed. Par contre, le deuxième axe a signalé une position stable des deux groupes.

Tableau 16. Valeurs propres issues de l'ACP.

Nombre de valeur	Valeurs Propres	% Total variances	Cumul -Valeurs Propres	Cumul - %
1	9,78	65,21	9,78	65,21
2	1,91	12,75	11,69	77,95
3	1,68	11,18	13,37	89,13
4	0,69	4,59	14,06	93,72
5	0,50	3,34	14,56	97,06
6	0,35	2,37	14,91	99,42
7	0,06	0,38	14,97	99,80
8	0,03	0,17	15,00	99,97
9	0,00	0,03	15,00	100,00

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

Variables	Facteur 1	Facteur 2	
Morphologiques	LNF	0,86	0,22
	LRF	0,79	0,57
	RF	-0,34	-0,70
	LNP	0,44	0,10
	RFP	0,41	0,22
	LNV	0,96	0,00
	NN	-0,00	0,71
	NE	0,60	0,49
	Environnementales	Alt	-0,98
Lat		-0,98	0,19
Long		0,98	-0,19
M		0,98	-0,19
m		0,98	-0,19
P		-0,98	0,19
Q3		-0,98	0,19

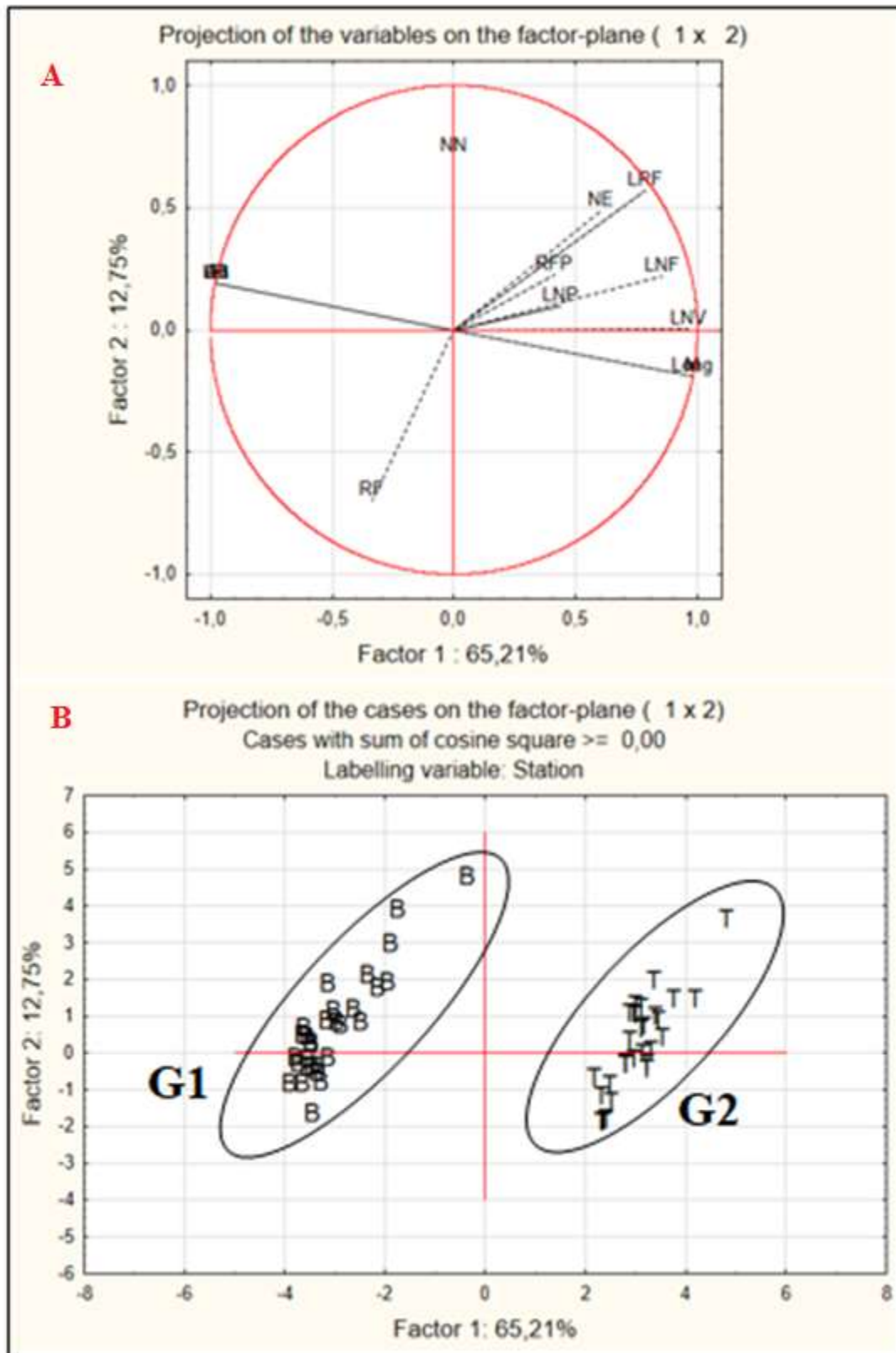


Figure 12. Analyse en composante principales (ACP) des variables morphologiques quantitatives et environnementales concernant les feuilles : Cercle de corrélation des variables (A) et diagramme de dispersion des individus (90 arbres) (B).

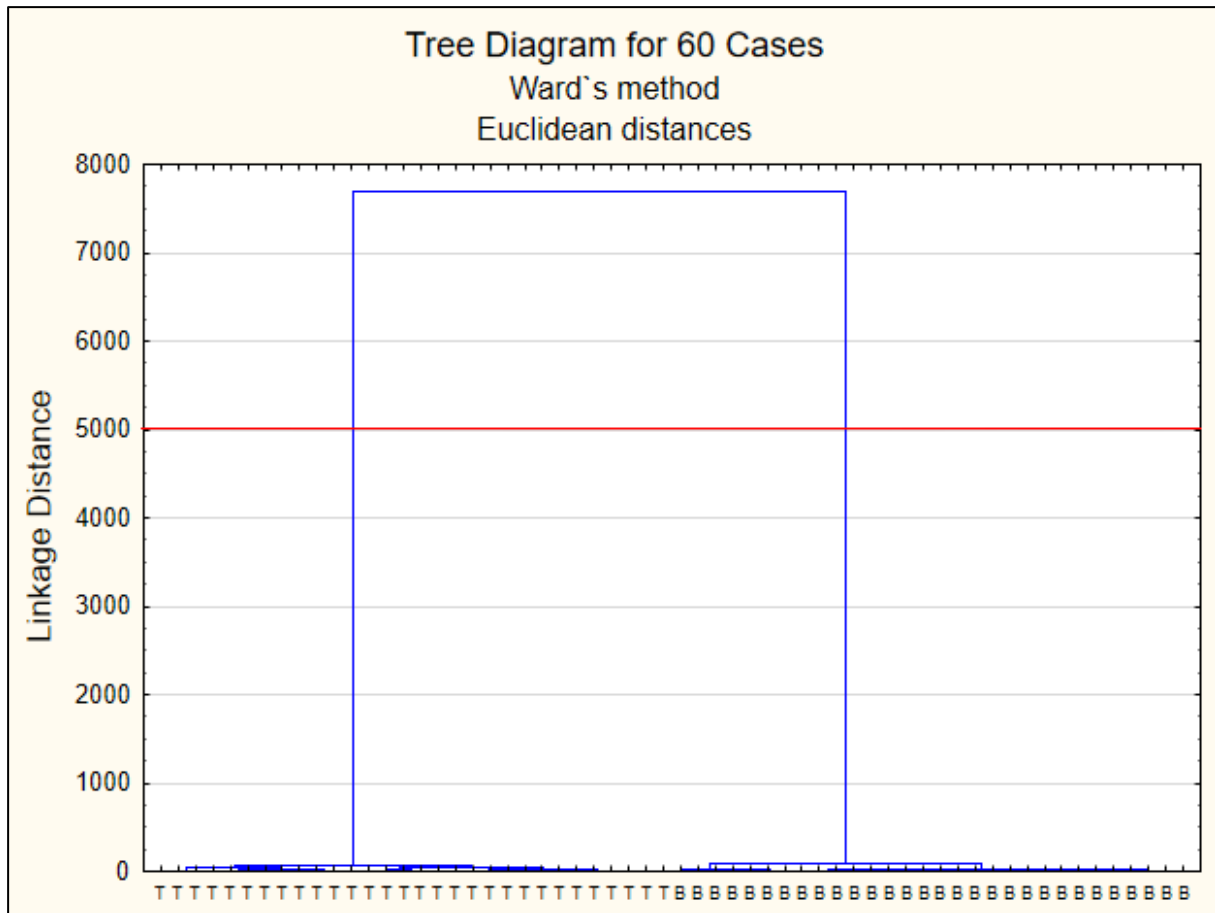


Figure 13. Dendrogramme de la classification hiérarchique ascendante appliquée à l'ensemble des deux populations par la méthode de WORD via la distance euclidienne.

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 conséquence, 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 trois populations étudiées montrent 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 valeur Q_3 de sorte que la station de Belezma s'isole par sa valeur ($Q_3= 48.7$) en formant un seul groupe par rapport à l'autre groupe incluant la station de Teniet Al Abed dont leur valeur Q_3 est égale à 42.30).

La variabilité morphologique foliaire du Chêne vert est un phénomène bien connu de qui s'intéresse à la végétation méditerranéenne ; elle s'exprime aussi bien au niveau géographique et climatique qu'au niveau stationnel voire individuel (Lebreton et *al.*, 2001).

Selon Barbero et *al.* (1992), cette espèce occupe tous les niveaux bioclimatiques, depuis le semi-aride jusqu'au per humide en passant par le subhumide et l'humide, en situation dominante dans les peuplements ou en association avec des essences aussi variées que des conifères (*Juniperus phoenicea*, *thurifera*...etc.), des feuillus sclérophylles et caducifoliés.

Concernant la couleur des feuilles, les pigments foliaires qui sont les molécules responsables de la couleur des végétaux varient en fonction des espèces et des conditions environnementales (Bousquet, 2007 ; Asner & Martin, 2008).

Enfin, selon Lodé (1998), les individus d'une même espèce peuvent présenter de grandes différences morphologiques liées à un dimorphisme sexuel, ou une réponse à une pression environnementale. Quelles que soient leurs variations, les traits d'un individu constituent le phénotype qui résulte de l'interaction entre son génotype et les conditions de son environnement.

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

D'abord, certains botanistes (Tutin et *al.*, 1993) dans l'encyclopédie « Flora Europaea » révèlent que le Chêne vert (*Q. Ilex* L.), comporte deux sous-espèces « *Ilex* et *rotundifolia* » que d'autres auteurs, dont l'espagnol Garcia-Rollan (1981) dans sa flore « Claves de la Flora de España » les a élevées au rang d'espèces. Les résultats indiqués par ces deux précédentes flores montrent des valeurs différentes pour les deux taxons (*Ilex* et *rotundifolia*) à travers les caractères indiquées.

Par contre, Bayer et *al.* (2005) dans leur guide de la flore méditerranéenne font état de valeurs proches des nôtres pour l'ensemble des caractères morphologiques indiqués concernant le taxon *Q. Ilex* : forme la feuille (lancéolée) ; de l'apex (Pointue) et de la marge (dentée).

En plus, l'étude de Lebreton et *al.* (2001) sur la diversité morphologique de plusieurs échantillons récoltés de 11 populations appartenant aux différentes provenances (Algérie, Catalogne, Corse, Italie, Landes, Languedoc, Maroc, Portugal-Nord, Portugal-Sud, Provence et VI. Rhône) a permis de traduire en termes systématiques des différences de nature polymorphique comme suit :

- Un premier taxon « *Quercus Ilex* » qui a des feuilles allongées (46 x 22 mm) avec un nombre de nervures élevées (7.4) ; correspond au sous-ensemble franco-italien (Corse, Italie, Languedoc, VI. Rhône, Landes et Provence).
- Un deuxième taxon « *Quercus rotundifolia* » qui possède des feuilles courtes (27 x 17 mm) et à faible nombre de nervures (6) ; présent au Portugal (Nord et Sud) et en Espagne (Catalogne). Ce taxon est subordonné par un autre (sous-espèce) appelé « *maghrebiana* » avec les caractères primitifs suivants : feuilles arrondies (38 x 22 mm) et nombre de nervures faible (6.1) ; présent au Maroc et en Algérie.

Et par conséquence, les données obtenues pour nos deux populations algériennes se concordent avec celles enregistrées par cet auteur :

- Pour le premier taxon « *rotundifolia* » pour la forme de la marge (moyennement spinescente), le nombre de paires de nervures secondaires (5.77 paires) et le rapport (longueur / Largeur de la feuille) avec la valeur 1.91
- Pour le troisième taxon appelé « *maghrebiana* » concernant les caractères suivants la taille de la feuille (40.95 x 22.44 mm) et la forme de sa marge (fortement spinescente).

D'après le même auteur, plutôt que de considérer une espèce et deux sous-espèces dont la seconde dotée d'une variété, il nous paraît préférable de rendre compte du polymorphisme du Chêne vert en le considérant comme un complexe spécifique « *Quercus aggr. Ilex L.* » comportant deux "espèces", la seconde connaissant une sous-espèce nouvelle « *maghrebiana* » conformément aux règles nomenclatures.

Donc, on peut dire que cette diversité probablement est due aux pressions d'ordre abiotique car nos deux populations s'individualisent en fonction des facteurs écologiques spécifiques (aridité, stress thermique hivernal et haute altitude), car, selon Lebreton et *al.* (2001), les deux taxons (*Ilex* et *rotundifolia*) ne connaissent pas la même amplitude écologique et climatique. Mais, comme pour le Genévrier rouge (une nette césure systématique des populations littorales et continentales), il serait simpliste de considérer la

dichotomie géographique et taxonomique du Chêne vert comme relevant d'un déterminisme climatique.

De nombreux caractères phénotypiques recueillis dans la littérature du chêne vert se concordent des nôtres, cependant, ils se différencient pour d'autres. Ce qui montre de plus que les pressions d'ordres biotiques pourraient jouer un rôle limitant. En plus, il n'est pas exclu que des introgressions (phénomènes d'hybridation) des espèces (*Ilex* et *rotundifolia*) peuvent très bien se produire -surtout dans les zones de contact - entre les deux différents taxons pourraient être responsables des problèmes taxonomiques.

En Algérie, et selon Dahmani, (1997), la taxonomie du chêne vert a fait l'objet de controverses observation adoptée ou rejetée. La distinction entre les deux taxons : *Q. ilex* L. et *Q. rotundifolia* Lamk a été dans un premier temps fondée notamment sur critères morphologiques. C'est ainsi que Dahmani (1984), dans son étude sur les groupements à chêne vert dans les Monts de Tlemcen montre, qu'à travers les mesures effectuées sur les feuilles, qu'il s'agit d'une espèce proche du *Q. rotundifolia* Lamk.

Finalement, il apparaît clairement que pour certains caractères morphologiques étudiés pour les populations du chêne vert partage un niveau similaire de variation phénotypique avec la sous-espèce variété « *maghrebiana* », subordonnée au *Q. rotundifolia* Lamk et décrite par Lebreton et al. (2001).

Simultanément, d'autres caractères se rapprochent à ceux de l'espèce connue « *Quercus Ilex* L. », ce qui rend la position taxonomique des deux populations algériennes étudiées n'est pas clair en les considérant comme un complexe spécifique « *Quercus aggr. Ilex* L. » qu'on devra l'étudier sur un plan bien approfondi.

Tableau 18. Comparaison des données recueillies pour l'espèce dans la littérature.

Taxons	Auteurs et régions	Feuille				Pétiole	Apex	Marge	Nervures secondaires	
		Long (mm)	Larg (mm)	Rap ou Ia	Forme					Couleur
<i>Q. Ilex</i> L.	Garcia-Rallan M. (1981) ; Nord de la Péninsule et Baléares.	50-70	-	-	lancéolée ou oblongue-ovale	vert sombre	6-15	-	entièrement dentée ou épineuse - dentelée, lisse	7-11 paires
	Tutin T.G et al. (1993) ; Europe (sauf Portugal et Espagne)	-	-	-	oblongue-ovale à lancéolée	vert sombre	-	-	-	7-11 paires
	Lebreton et al. (2001) ; Corse, Italie, Languedoc, VI. Rhone, Landes et Provence	46	22	2.17	allongée	-	-	-	moyennement spinescente	7.4 Paires
	Bayer et al. (2005)	max ≈70	-	-	ovoïde à lancéolée	vert foncé et brillant	-	pointue	dentée	-
<i>Q. rotundifolia</i> Lam.	Garcia-Rallan M. (1981) ; Sud de la France et Centre de la Péninsule	-	-	-	largement ovale ou arrondie	-	-	-	-	5-8 paires
	Tutin T.G et al. (1993) ; Portugal et Espagne	-	-	-	suborbiculaire ou largement ovale	gris-glaucue	-	-	-	5-8 paires
	Lebreton et al. (2001) ; Catalogne, Portugal-N et Portugal-S	27	17	1.92	courte	-	-	-	moyennement spinescente	6 paires
	<i>ssp. Maghrebiana</i> Lebreton et al. (2001) ; Afrique du nord	38	22	1.71	arrondie	-	-	-	moyennement spinescente	6.1 paires
Nos résultats	Populations (Belezma B) et (Teniet El Abed T), Algérie	40.95 (22.08-82.62)	22.44	1.91	Elliptique, lancéolée	Vert	1.03-18.02	Aiguë, Obtuse	fortement spinescente	5.77 paires (2-11)
Long, longueur de la feuille ; Lar, Largeur de la feuille ; Rap, rapport (longueur/ largeur) de la feuille ; Ia, indice d'allongement de la feuille										

Conclusion

Ce présent travail semble donner initialement un postulat général sur le statut phénotypique de complexe spécifique *Quercus Ilex* L., le chêne vert en Algérie en examinant la variabilité morphologique de son feuillage (caractères quantitatifs et qualitatifs) à l'échelle intra et inter-population.

L'analyse de la variance à un seul facteur pour les variables quantitatives étudiées concernant les feuilles a révélé une variabilité considérable (différences hautement significatives) à l'échelle intra- et inter-population.

Cette variabilité est justifiée essentiellement par des pressions d'ordre abiotique exercées, c'est-à-dire, des facteurs ou des gradients géographiques et climatiques limitants sont liés essentiellement à l'incidence de la continentalité thermique.

En outre, l'étude comparative dans cette étude, confirme que les deux populations algériennes étudiées semblent avoir une variation morphologique semblable à l'espèce *Q. Ilex* pour certains caractères. Parallèlement, certains caractères se rapprochent à l'espèce *Q.* ils sont subordonnés beaucoup plus à la nouvelle forme (sous-espèce *maghrebiana*) du *Q. rotundifolia* suivant l'hypothèse adoptée par Lebreton et *al.* (2001).

Et par conséquent, l'organisation interspécifique pour les populations algériennes en tant qu'espèce distincte *Q. Ilex* L., n'est pas absolue (signification taxonomique reste en question).

En perspective et d'après les résultats obtenus pour la structuration et la taxonomie de notre espèce, on doit aborder d'autres traits taxonomiques (Fruits, pollen, systèmes racinaires...etc.). Aussi, Il faut inclure d'autres stations forestières particulièrement celles du milieu aride ou l'Ouest Algérien.

Références bibliographiques

- ACHHAL H. (1979). Le chêne vert dans le Haut Atlas central : Etude phytoécologique. Problèmes posés par les aménagements de la chênaie .Thèse Doct.3ème cycle, Univ. Aix. Marseille (France), 116p.
- ALATOU D. (1994). Croissance rythmique du chêne liège et du chêne zeen. Première journée sur les végétaux ligneux. (Constantine 14 et 15 Novembre 1994).
- ASNER G.P. & MARTIN R.E. (2008). Spectral and chemical analysis of tropical forests : scaling from leaf to canopy levels. *Remote Sens. Envir*, 112: 3958-3970.
- AUSSENAC G. (1973). Effets de conditions microclimatiques différentes sur la morphologie et la structure anatomique des aiguilles de quelques résineux. *Ann. Sci. For.*, 30: 375-392
- B.N.E.F. (1983). Etude d'aménagements forestiers du massif du Séalba Gharbi (wilaya Djelfa).Bureau nationale des études forestières.Blida.71p.
- BARBERO M. & LOISEL R. (1980). Le chêne vert en région méditerranéenne. *Rev. For. Fr.*, 32: 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. & QUEZEL P. (1992). Biogeography, ecology and history of Mediterranean *Quercus ilex* ecosystems. *Vegetatio* 100 (99) : 19-34.
- BARRY J.P., CELLES J.C & FAURELL (1976). Notice de la carte internationale du tapis végétal et des Conditions écologiques - Feuille d'Alger au 1/1.000.000., *Soc. Hist. Nat. Nord, Alger*. 42p.
- BAYER E., BUTTLER K. P., FINKENZELLER X. & GRAU J. (2005). Guide de la flore méditerranéenne. Caractéristiques, habitat, distribution et particularités de 536 espèces. (Ed.) Delachaux et Niestlé. p287.
- BERRICHI M., (2011) « Détermination des aptitudes technologiques du bois de *Quercus rotundifolia* lamk. et possibilités de valorisation ». Doct. État. Sci. Foresterie, univ Tlemcen.
- BIDAULT M. (1971). Variation et spéciation chez les végétaux Supérieurs : notions fondamentales de systématique moderne. Doin, Paris. 145p.
- BONIN G. (1994). Quelques aspects des forêts d 'Afrique du Nord. *Forêt méditerranéenne*, XV (1) : 69-74.
- BOUDY P. (1950). Economie forestière Nord-Africaine. Tome(2) Fasc.1. Monographie et traitement des essences forestières. Ed. Larose, Paris, 525p.
- BOUDY P. (1952). Guide du forestier en Afrique du Nord. Ed. La maison rustique, Paris, 505p.

C.F.M. (2014). Rapport de la Circonscription de Djebel Messaad. Conservation des forêts de la Wilaya de M'sila.

CAMUS A. (1945). Produits des Chênes. Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale, 25 années, bulletin n°275-276, 24-37.

CHAREF M., YOUSFI M., SAIDI M. & STOCKER P. (2008). Determination of the Fatty Acid Composition of Acorn (*Quercus*), *Pistacia lentiscus* Seeds Growing in Caudullo G., Welk E. & SAN-MIGUEL-AYANZ J. (2017). Chorological maps for the main European woody species. Data in Brief. 12 : 662-666 DOI : 10.1016/j.dib.2017.05.007

DAHMANI M. (1997). Le chêne vert en Algérie syntaxonomie, phytoécologie et dynamique des peuplements. Thèse Doct. Univ. Houari Boumediene Alger, pp.01-50.

DAHMANI- MEGROUCHE M. (2002). Typologie et dynamique des chênaies vertes en Algérie. Forêt méditerranéenne, XXIII (2) : 117-132.

DAJOZ R. (2003). Précis d'écologie. Paris, France, Dunod, 615 p.

DAJOZ, R. (1985). Précis d'écologie. Ed. Bordas, Paris, 505p.

DEL-VILLAR E. (1947). Les *Quercus* de l'herbier d'Algérie. Bulletin de l'Afrique du Nord : collection du globe .1 :92-100.

DERORY J. (2005). Génomique et diversité du débourrement chez les chênes. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux 1, 169p.

DILEM A. (1982). Etablissement 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 et cette essence. Thèse d'ingénieur en agronomie, INA Alger, 40p."

DJEBAILI S. (1984) « Steppe algérienne, Phytosociologie et écologie ». O.P.U. Alger, 171 p.

EMBERGER, L. (1955). Une classification biogéographique des climats. *Rev. Trav. Labo. Bot. Géol. Zool. Fac. Sci.*, Montpellier. 7 : 1-43.

EMBERGER, L. (1971). Travaux de botanique et d'écologie. Ed Masson. Paris. Pp : 291-301.

FAURIE, C., FARRA, C. & MEDORI, P. (1980). Écologie. Éd. Baillière J.-B., Paris.56 p.

FERKA N. (2006). Impact de l'occupation spacio-temporelle des espaces sur la Conservation de l'écosystème forestier. Cas de la commune de Tessala, Wilaya de Sidi Bel Abbes, Algérie. Thèse. Magister en Foresterie. Univ. Tlemcen 164 p.

FLORET C., GALAN M, J. LE-FLOCH E. & ROMANE F. (1992). Dynamics of holm oak (*Quercus ilex* L.) coppices after clearcutting in southern France. *Veg.* 99 (100): 97-105.

GARCIA RALLAN M. (1981). Claves de la Flora de Espana, I. EdicionesMund - Prensa, Madrid, 675p.

GIRARDET P. (1980). Chêne vert (*Quercus ilex*). Bull. Vulg. Ed. C.A.V.I.F. (Secrétariat d'état aux forêts et à la mise en valeur des terres). Alger. 6p.

HAFSI Z. (2018). Etude ecobotanique 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, 159p.

HAICHOURE R. (2009). Stress thermique et limite écologique du Chêne vert en Algérie. Thèse Magister. Biologie et Ecologie. Ecophysiologie et biotechnologie des végétaux. Univ. Mentouri Constantine. 139p.

HALIMI A. (1980). L'Atlas Blideen - Climats et Etages Végétaux-. Ed. Office des publications universitaires, Hydra, Alger, 523 p.

KHERIEF-NACERADDINE S. (2006). Étude de la variabilité des températures extrêmes et pérennité des arbres urbains dans la région de Constantine. Mém. Magister, Univ. Mentouri, Constantine, 144 p.

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 filière des viandes rouges bovines-cas de la wilaya de Jijel en Algérie. Thèse Master of science N°88 du CIHEM-Institut Agronomique Méditerranéen, Montpellier, 104 p.

KREMER A., REMY J. PETIT & ALEXIS D. (2002). Biologie évolutive et diversité et Génétique des Chênes sessile et pédonculé. Rev. For. Fr. LIV -2-200, 111-130.

LE COEUR C., AMAT J. P., DORIZE L. & GAUTIER E. (1996). Eléments géographie par MAIRE R., 1926 - Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie. Gouvernement General d'Algérie. Services des cartes, Alger, 78 p. physiques. Coll. Grand Amphi. Breal : 416p.

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. 148 :289-317

LEBRETON P. & PEREZ de PAZ P.L. (2001). Définition du Genévrier de Phénicie (*Juniperus aggr. phoenicea*), reconsidéré à ses limites biogéographiques : Méditerranée orientale (Crète et Chypre) et Atlantique (Iles Canaries). Bull. mens. Soc. linn. Lyon, 70(4) : 73-92.

LEROY M. (2002). La mesure au sol de la température et des précipitations. La Météorologie. 39: 52-56.

LETREUCH-BELAROUCI N. (1995). Réflexion autour du développement forestier : les zones potentielles de productions. Les objectifs. OPU. Alger 69 p.

LODÉ, T. (1998). Cours de génétique des populations. Éditions Ellipses. 99 p.

LOUNI D. (1994). Les forêts algériennes. Forêt méditerranéenne, VX (1) : 59-63.

MALEY M. & PARKER W. (1993). Phenology variation in cone and needle characters of *Pinus banksiana*. Can. J. Bot., 71: 43-51.

MANOS P.S. ET STANFORDA.M. (2001). The historical biogeography of *Fagaceae* : tracking the tertiary history of temperate and subtropical forests of the northern hemisphere. Int. J. Plant Sci., vol. 162, n° 6 suppl., 2001, pp. S77-S93.

MEDJMADJ A. (2014). Biologie des chênes Algériens. Magister, Univ de Constantine I, Algérie.

- MEHARZI M.K.E. (2010). Forêts, géo-systèmes et dynamique du Milieu : le cas de L'Aurès. Mém. Magister, Univ. Mentouri, Constantine, 238p.
- MESSAOUDÈNE M & TESSIERL. (1991). Croissance radiale de *Quercus canariensis* Willd. et *Quercus afarès* Pomel en Kabylie (Algérie). *Ecologia Mediterranea*, 17 : 119-133.
- MESSAOUDENE M. (1996) .Chêne zéen et chêne afares. La forêt algérienne (N°1 fév.-mars), INRF, Bainem, Alger, pp. 18-25.
- MOKHTARI N., MRABET R., LEBAILLY P. & BOCK L. (2013). Spatialisation des bioclimats, de l'aridité ET des étages de végétation du Maroc. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.*, 2: 50-66.
- NAGGAR M. (2000). Éléments de base d'une stratégie de sylvopastoralisme en Afrique du Nord. *Options Méditerranéennes, Sér. A*, 39 : 191-202.
- NATIVIDADE, J.V. (1956). Subériculture. ED. Fran. De l'ouvrage portugais subéricultura, Ecol. Nat. Des eaux et foret, Nancy, 281p.
- NIXON K.C. (1993). Infrageneric classification of *Quercus* (Fagaceae) and typification of Sectional names. *Ann. For. Sci.* 50: 25.
- OUBELLIL D. (2010). Sélection de l'habitat et écologie alimentaire du chacal doré *Canis aureusalgirensis* dans le Parc National de Djurdjura. Mém. Magister, Univ. Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 73 p.
- PATON D., GARCIA-HERRARA 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. *Trav.et Doc. ORSTOM*, Paris, 555 p.
- QUEZEL P. (1976). Les chênes sclérophylles en région méditerranéenne. *CIHEAM - Options Méditerranéennes*, 35: 25-29.
- QUEZEL 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. *Discurso apertura curso*. Real Acad. Farmacia. Madrid.50-51p.
- ROMUALD. (2007). Dans le monde Où trouver le genre *Quercus* ? Publié le lundi 26 février 2007. http://r.menant.free.fr/article.php3 id_article=32&lang=en.6P.
- SARI D. (1977). L'homme et l'érosion dans l'Ouarsenis (Algérie). Ed. Société Nationale d'édition et de Diffusion, Alger, 623 p
- SAUVAGE C.H. (1961). Recherches géobotaniques sur les subéraies marocaines. *Trav. Inst. Scientifique chérifien*, Rabat, Maroc, 462 p
- SELTZER, P. (1946).- Le climat de l'Algérie. *Inst. Météo. Et de Phs. Du globe d'Algérie*. Ed. Carbonel. Algérie.47p
- SOMON E. (1987). Arbres, Arbustes et Arbrisseaux d'Algérie. Ed. OPU. 143p.

STEWART P. (1969). Quotient pluviothermique et dégradation biosphérique. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, 59: 23-36.

TUTIN T.G HEYWOOD V. H., BURGESS N. A., VALENTINE D. H. WALTERS S. M. & WEBB D. A. (1993). *Flora Europaea*, V1. Cambridge. University Press.p74.

ZERAIA L. (1978). La forêt Algérienne, Approche socio-écologique. Bull. publié par l'Union des Ingénieurs Algériens, 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.Mém. Magister, Univ. El Hadj Lakhdar, Batna, 48p.

Annexes

Tableau 19. Corrélations entre les variables sur le plan factoriel révélé par l'ACP.

Var.	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
LNF	0,86	0,22	0,32	-0,09	-0,13	0,29	0,04	0,07	0,04
LRF	0,79	0,57	0,03	0,15	0,08	0,16	-0,02	0,07	-0,05
RF	-0,34	-0,70	0,34	-0,40	-0,35	0,06	-0,00	0,03	-0,03
LNP	0,44	0,10	0,87	0,12	0,01	0,10	-0,12	-0,07	-0,00
RFP	0,41	0,22	-0,78	-0,24	-0,19	0,25	-0,09	-0,05	0,00
LNV	0,96	0,00	0,11	-0,02	-0,00	0,16	0,17	-0,08	-0,01
NN	-0,00	0,71	0,23	-0,62	0,15	-0,19	0,01	-0,01	0,00
NE	0,60	0,49	0,03	0,20	-0,53	-0,28	0,01	-0,01	0,00
Alt	-0,98	0,19	0,05	0,03	-0,05	0,07	0,01	-0,00	-0,00
Lat	-0,98	0,19	0,05	0,03	-0,05	0,07	0,01	-0,00	-0,00
Long	0,98	-0,19	-0,05	-0,03	0,05	-0,07	-0,01	0,00	0,00
M	0,98	-0,19	-0,05	-0,03	0,05	-0,07	-0,01	0,00	0,00
m	0,98	-0,19	-0,05	-0,03	0,05	-0,07	-0,01	0,00	0,00
P	-0,98	0,19	0,05	0,03	-0,05	0,07	0,01	-0,00	-0,00
Ic	-0,98	0,19	0,05	0,03	-0,05	0,07	0,01	-0,00	-0,00
Q3	0,86	0,22	0,32	-0,09	-0,13	0,29	0,04	0,07	0,04

M^{lle} HOUAINE Anfal
M^{me} KARBOUA LAOUAR Imen
M^{me} KHERBACHA Wafa

Thème : La variabilité comparée de différents caractères morphologiques (feuilles) chez le chêne vert, *Quercus Ilex L. (1753)*, au sein de deux populations naturelles d'Algérie.

Résumé :

Afin de mieux caractériser l'espèce *Quercus ilex 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 (Belezma et Thniet Al Abed), à l'aide d'une analyse descriptif et comparatif analyse de ses feuilles.

Le nombre d'arbres choisis aléatoirement est de trente (30) pieds de chacune des deux stations. Ensuite, trente (30) feuilles ont été prélevées sur chaque arbre et conservées en laboratoire. Quinze caractères morphologiques (huit quantitatifs et sept 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 ilex*, feuille, variabilité, population, morphologie, Algérie.

Abstract:

In order to better characterize the specie *Quercus ilex L. (1753)* and know its adaptive behavior vis-à-vis the environment, phenotypic variability was assessed at intra and inter-population scale at two stations listed in Algeria (Belezma et Thniet Al Abed), using a descriptive and comparative analysis of its leaves.

The number of trees chosen randomly is thirty (30) feet from each of the tow stations. Then thirty (30) leaves were taken from each tree and kept in the laboratory. Fifteen morphological characters (eight quantitative and seven qualitative) were then evaluated for these leaves.

The analysis of variance shows significant differences for the variables studied at the intra- and inter-population level, while the factor analysis performed made it possible to separate all of the populations studied into well-separated groups.

Therefore, there is a great phenotypic diversity in our species via all of the variables studied, which can be explained by the influence of ecological pressures.

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

ملخص:

من أجل توصيف السنديان الأخضر (1753) بشكل أفضل ومعرفة سلوكه التكيفي تجاه البيئة، تم تقييم التباين المظهري داخل وبين المجموعات المأخوذة من منطقتين بالجزائر (بلزمة وثنية العابد) عن طريق استخدام التحليل الوصفي والمقارن لأوراقها.

يبلغ عدد الأشجار المختارة بشكل عشوائي ثلاثين (30) من كل من المنطقتين، ثم تم أخذ ثلاثين (30) ورقة من كل شجرة اين تم حفظها فيما بعد داخل المختبر. في وقت لاحق، تم دراسة أربعة عشر صفة مورفولوجية (ثمان كمية وسبعة نوعية) لهذه الأوراق.

اظهر تحليل التباين اختلافات كبيرة للمتغيرات التي تمت دراستها على المستويين داخل وبين المجموعات، في حين أن تحليل العوامل الذي أجري جعل من الممكن فصل جميع المجموعات المدروسة في اقسام منفصلة جيداً.

لذلك، هناك تنوع ظاهري كبير لنباتنا من خلال كل المتغيرات المدروسة، والتي يتم تفسيرها من خلال تأثير الضغوط الايكولوجية.

الكلمات المفتاحية: السنديان الأخضر، ورقة، تنوع، مجموعة، مورفولوجيا، الجزائر.