

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID TLEMCEEN

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers

Département des ressources forestières

Laboratoire n°31 : *Gestion Conservatoire de l'Eau, du Sol et des Forêts et Développement Durable des zones montagneuses de la région de Tlemcen*

MEMOIRE DE MASTER EN FORESTERIE

Option : Gestion et Aménagement des forêts

Thème :

Caractérisation de la flore accompagnatrice de chêne-liège dans la forêt domaniale de Zerdeb (Sud-est de la wilaya de Tlemcen) : cas de l'arbousier (*Arbutus unedo L.*)

Présenté par : **NESRALLAH Chaima Narimane**

Soutenu le 06/09 / 2020

Devant le jury composé de :

Président	Mr. BERRICHI M.	Professeur	Université de Tlemcen
Promotrice	Mme BOUCHAOUR-DJABEUR S.	M.C.B.	Université de Tlemcen
Examineur	Mr. KHOLKHAL DJ.	M.A.A.	Université de Tlemcen

Année universitaire 2019 - 2020

Dédicaces

Je dédie ce travail :

A mes très chers parents, pour leurs sacrifices et leurs encouragements.

A mes frères : Mohamed, Sawla et Abdellah.

A mes meilleures amies : Fedwa, Ikram, Soumia, Raoudha et Hadjer.

A toute la famille Nesrallah.

A mes camarades

A tous ceux qui m'ont apporté aide de près ou de loin.

Aux forestiers.

CHAIMAA

Remerciements

Avant tout, je dois remercier le Dieu tout puissant qui m'a permis de mener à terme ce travail ;

*Je tiens à remercier sincèrement Madame **BOUCHAOUR-DJABEUR Sabiha**, Maître de conférences B à l'université de Tlemcen tant pour avoir accepté de m'encadrer que pour m'avoir accordé sa confiance, ainsi que pour le temps qu'elle m'a consacré dans mon travail, et aussi pour m'avoir guidé et conseillé.*

*Je remercie aussi les membres du jury qui ont accepté d'examiner ce travail : Mr. **BERRICHI Mouhamed**, Professeur à l'université de Tlemcen, pour avoir accepté de présider le jury.*

*Et Mr. **KHOLKHAL Djamel**, maitre-assistant A. à l'université de Tlemcen, pour avoir accepté d'examiner et juger ce travail.*

*Mes vifs remerciements s'adressent à Mr. **ZAIR Abdelkader** le chef de circonscription des forêts d'Ouled Mimoun et son équipe pour leur soutien et leur aide su terrain.*

Mes remerciements vont également à l'ensemble des enseignants du département des ressources forestières de l'Université de Tlemcen.

Enfin j'exprime mes vifs remerciements à tous ce qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

CHAIMAA

المساهمة في دراسة الحالة الراهنة للنباتات المصاحبة لبلوط الفلين في غابة زردب الوطنية (جنوب شرق ولاية تلمسان): حالة شجرة "Arbutus unedo".

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد حالة وتوزيع الأنواع المصاحبة لبلوط الفلينية، ولاسيما شجرة اللنج في منطقة هامشية من غابة الفلين: الغابة الوطنية زردب. لهذا ، تم إنشاء ست قطع أرض: ثلاث في زردب شمالية وثلاث أخرى في زردب الجنوبية ، مع خمس أشجار لكل منها تم وصف المعالم الثابتة للقطع الست وقياس ارتفاعات ومحيط 30 شجرة. وباستخدام برنامجي ArcGis و Google earthpro قمنا بتطوير خريطة الغطاء النباتي المتعلقة بمنطقة الدراسة مع إبراز التكوين الرئيسي للغابات.

تظهر دراسة قياس الأشجار بشكل عام أن كلا المجموعتين لهما هياكل غير منتظمة وغير متوازنة للغاية. في زردب الشمالية ، جميع الفئات العمرية (المحيط) موجودة مع غلبة الموضوعات القديمة. اقليم زردب الجنوبي يظهر أكثر شبابا. الفرق بين الاقليمين ليس معنويا بالنسبة للمحيط (0.052) وكبير (0.037) بالنسبة الارتفاع.

على الرغم من أن القطع الارضية الست تنتمي إلى نفس الغابة ولها نفس الخصائص الطبيعية عمليًا ، يمكن ربط هذا التباين بدرجة الاضطراب التي يشهدها كل اقليم أو كل قطعة أرض (حرائق ، رعي جائر ، قطع غير قانوني ، إلخ). أتاحت خريطة الغطاء النباتي المفصلة تحديد خمسة تكوينات متميزة: البلوط الفليني ، الأعراس، وإعادة تشجير الأوكالبتوس ، البلوط الأخضر والعراعر ، وإعادة تشجير الصنوبر.

الكلمات المفتاحية : *Arbutus unedo* ، بستان الفلين الهامشي ، زردب ، ، النباتات المصاحبة ، الاقليم الشمالي والجنوبي.

Caractérisation de la flore accompagnatrice de chêne-liège dans la forêt domaniale de Zerdeb (Sud-est de la wilaya de Tlemcen) : cas de l'arbousier (*Arbutus unedo* L.)

Résumé

Cette étude vise à déterminer l'état et la répartition de la flore accompagnatrice de chêne liège en particulier *l'Arbutus unedo* dans une subéraie marginale : la forêt domaniale de Zerdeb.

Pour cela six placettes ont été mises en place : trois dans Zerdeb Nord et trois autres dans Zerdeb Sud, à raison de cinq arbres chacune. Les paramètres stationnels des six placettes ont été décrits et les hauteurs et circonférences des 30 arbres ont été mesurées. A l'aide des logiciels ArcGis et Google earthPro, nous avons élaboré la carte de végétation relative à la zone d'étude faisant ressortir les principales formations forestières. L'étude dendrométrique, montre que d'une manière générale, les deux peuplements présentent des structures irrégulières et très déséquilibrées. A Zerdeb Nord, toutes les classes d'âge (de circonférence) sont présentes avec une prédominance de vieux sujets. Le peuplement de Zerdeb Sud se montre plutôt plus jeune. La différence entre les deux cantons est non significative pour la circonférence (0,052) et significative (0,037) pour le paramètre hauteur.

Bien que les six placettes appartiennent à la même forêt et pratiquement ont les mêmes caractéristiques naturelles, on peut lier cette variabilité au degré de perturbation témoigné par chaque canton ou bien par chaque placette (incendies, surpâturage, coupes illicites, etc.). La carte de végétation élaborée a permis de définir cinq formations distinctes : le chêne liège, les maquis et les broussailles, les reboisements d'eucalyptus, les maquis de chêne vert et thuya et les reboisements de pin d'Alep.

Mots clés : *Arbutus unedo*, subéraie marginale, Zerdeb, la flore accompagnatrices, canton Nord et Canton Sud.

Characterization of the flora accompanying the cork oak tree in the national forest of Zerdeb (south-east of the wilaya of Tlemcen): case of the arbutus (*Arbutus unedo* L.)

Abstract

This study aims to determine the state and distribution of the flora accompanying the cork oak, in particular *Arbutus unedo* in a marginal cork grove: the state forest of Zerdeb.

For this, six plots were set up: three in Zerdeb North and three others in Zerdeb South, with five trees each. The stationary parameters of the six plots were described and the heights and circumferences of the 30 trees were measured. Using ArcGis and Google earthPro software, we developed the vegetation map for the study area, highlighting the main forest formations. The dendrometric study shows that, in general, the two stands have irregular and very unbalanced structures. In Zerdeb North, all age groups (circumference) are present with a predominance of old subjects. The settlement of Zerdeb South is rather younger. The difference between the two cantons is not significant for the circumference (0.052) and significant (0.037) for the height parameter.

Although the six plots belong to the same forest and have practically the same natural characteristics, this variability can be linked to the degree of disturbance witnessed by each canton or by each plot (fires, overgrazing, illegal cutting, etc.). The elaborate vegetation map made it possible to define five distinct formations: cork oak, scrub and scrub, eucalyptus reforestation, Holm oak and cedar scrub and Aleppo pine reforestation.

Key words: *Arbutus unedo*, marginal cork grove, Zerdeb, the accompanying flora, North and South canton.

Liste des abréviations

Ha : hectare.

Km : kilomètre

m: mètre

cm : Centimètre

m²: Mètre carré

% : Pourcentage.

PH : Potentiel hydrogène

FD :Forêt domaniale

ZN :Zerdeb Nord

ZS :Zerdeb Sud

B.N.E.D.E.R : le Bureau National d'Études pour le Développement Rural.

C.F.T : Conservation des forêts de la wilaya de Tlemcen.

A.N.R.H : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques.

ONM : Office national de la météorologie.

ANOVA : Analyse de variance

° : degré

°C : degré Celsius.

> : Supérieur.

< : Inférieur.

P : placette.

Liste des figures

Figure	Titre	Page
Figure 1.1	Aire de répartition d' <i>Arbutus unedo</i> « zone noire » (Santiso, 2015)	5
Figure 1.2	Description botanique de l'arbousier	8
Figure 2.1	Situation géographique de la forêt de Zerdeb (Fatmi, 2014)	24
Figure 2.2	Représentation graphique des précipitations moyennes mensuelles de la zone d'étude (1989-2010) (A.N.R.H. Tlemcen, 2010)	26
Figure 2.3	Représentation graphique de la température moyenne mensuelle de la zone d'étude (1989-2010) (A.N.R.H. Tlemcen, 2010)	26
Figure 2.4	Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN de la station d'étude (1989-2010) (A.N.R.H. Tlemcen, 2010)	27
Figure 2.5	Quotient pluviothermique d'Emberger de la zone d'étude (Zerdeb)	29
Figure 2.6	Organigramme méthodologique pour l'élaboration de la carte de végétation (Gourari, 2005 modifiée)	34
Figure 3. 1	Répartition des placettes d'étude dans la forêt de Zerdeb	36
Figure 3.2	Quelques photos de la diversité floristique de la zone d'étude	39
Figure 3.3	Vue générale de canton Zerdeb Nord	40
Figure 3.4	Vue générale de canton Zerdeb Sud	40
Figure 3.5	Distribution des classes des circonférences des arbres échantillons	42
Figure 3.6	Effet des placettes sur les circonférences des arbres	43
Figure 3.7	Distribution des classes des hauteurs des arbres échantillons	45
Figure 3.8	Effet des placettes sur les hauteurs des arbres	46
Figure 3.9	Dégât causé par les coupes illicites de liège (Zerdeb Nord)	48
Figure 3.10	Carte de végétation de la forêt domaniale de Zerdeb	49

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
Tableau 2.1	Répartition des essences forestière par région (B.N.E.D.E.R, 1979 In Abdi, 2014).	22
Tableau 2.2	Division de la forêt de Zerdeb en cantons	24
Tableau 2.3	Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger de la zone d'étude de la forêt domaniale de Zerdeb pendant la période 1989 - 2010 (A.N.R.H. Tlemcen, 2010)	28
Tableau 2.4	Principales caractéristiques analytiques des sols (Mazour, 2004).	30
Tableau 2.5	Déférentes classe des descripteurs écologiques et forestiers des placettes.	32
Tableau 3.1	Paramètres stationnels des placettes	38
Tableau 3.2	Statistiques descriptives de la circonférence des arbres dans les 6 placettes	41
Tableau 3.3	ANOVA à un facteur contrôlé des circonférences des arbres des 6 placettes	43
Tableau 3.4.	Moyennes estimées par le test de Tukey pour la circonférence des arbres	43
Tableau 3.5	Statistiques descriptives de la hauteur des arbres des 6 placettes	44
Tableau 3.6	ANOVA à un facteur contrôlé des hauteurs des arbres des 6 placettes	46
Tableau 3.7	Moyennes estimées par le test de Tukey pour la hauteur des arbres	46

Dédicaces et Remerciements	
Résumés (Arabe, Français, Anglais)	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Table des matières	

Table des matières

Introduction générale	01
-----------------------------	----

CHAPITRE 1 : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1. Considérations générales sur l'arbousier	04
1.1.1. Aire de répartition	04
1.1.1.1. Dans le monde	04
1.1.1.2. En Algérie	04
1.1.2. Description botanique	05
1.1.2.1. Famille des éricacées.....	05
1.1.2.2. Synonyme et taxonomie	06
1.1.2.3. Tronc et ramifications.....	06
1.1.2.3.1. Feuille	06
1.1.2.3.2. Fleurs.....	07
1.1.2.3.3. Floraison	07
1.1.2.3.4. Fruits.....	07
1.1.2.3.5. Bois.....	07
1.1.3. Phénologie.....	08
1.1.4. Exigences autoécologiques.....	09
1.1.5. Exigences édaphiques et climatiques	09
1.1.6. Multiplication.....	10
1.1.6.1. Germination.....	10

1.1.6.2. Multiplication végétative	10
1.1.6.3. Bouturage	10
1.1.6.3.1. Stratégies de bouturages	11
1.1.7. Intérêts.....	13
1.1.7.1. Produit alimentaire	13
1.1.7.2. Apiculture	14
1.1.7.3. Huiles essentielles	14
1.1.7.4. Arbuste d'ornement.....	14
1.1.7.5. Médecine traditionnelle	15
1.1.7.6. Médecine industrielle	15
1.1.8. Caractéristiques chimiques et antioxydantes	16
1.1.8.1. Feuilles	16
1.1.8.2. Fruits.....	16
1.2. Considérations générales sur Le système d'information géographique.....	17
1.2.1. Définition.....	17
1.2.2. Les composants d'un SIG	17
1.2.2.1. Matériel.....	17
1.2.2.2. Logiciels.....	18
1.2.2.3. Données	19
1.2.2.4. Utilisateurs	19
1.2.2.5. Méthodes	20
1.2.3 Les systèmes d'information géographique en foresterie.....	20

CHAPITRE II : ETUDE EXPERIMENTALE

2.1. Présentation du milieu d'étude.....	21
2.1.1. Aperçu sur la wilaya du Tlemcen	21

2.1.1.1. Localisation	21
2.1.1.2. Importance des terres forestières	21
2.1.1.3. Répartition par essences	22
2.1.1.4. Types de peuplements.....	23
2.1.2. Présentation de la zone d'étude (Forêt de Zerdeb).....	23
2.1.2.1. Situation géographique, administrative et forestière.....	23
2.1.2.2. Relief	24
2.1.2.3. Pentes	25
2.1.2.4. Hydrographie.....	25
2.1.2.5. Etude climatique	25
2.1.2.5.1. Précipitations	25
2.1.2.5.2. Températures	26
2.1.2.5.3. Autres facteurs climatiques	27
2.1.2.5.4. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен... 27	
2.1.2.5.5. Quotient pluviothermique et Climagramme d'Emberger... 28	
2.1.2.6. Pédologie	29
2.1.2.7. Végétation	30
2.1.2.8. Faune.....	30
2.1.2.9. Milieu socio-économique	31
2.1.2.10. Influences	31
2.2. Matériels et méthodes.....	31
2.2.1. Matériel utilisé.....	31
2.2.2. Méthodologie.....	32
2.2.2.1. Choix et installation des placettes d'étude	32
2.2.2.2. Détermination des paramètres stationnels	32
2.2.2.3. Choix des arbres	32
2.2.2.3.1. Mesure des circonférences	33

2.2.2.3.2. Mesures des hauteurs	33
2.2.2.4. Analyses statistiques	33
2.2.2.5. Elaboration de la carte de végétation	33
2.2.2.5.1. Traitement d'images satellitaires	34
2.2.2.5.2. Données disponibles	34
2.2.2.5.2.1. <i>Données de télédétection</i>	34
2.2.2.5.2.2. <i>Cartes existantes</i>	35
2.2.2.5.3. Traitement numérique.....	35
2.2.2.5.3.1. <i>Création de la composition colorée</i>	35
2.2.2.5.3.2. <i>Classification</i>	35

CHAPITRE III : RESULTATS ET INTERPRETATION

3.1. Description des placettes.....	36
3.2. Description dendrométrique des arbres	41
3.3. Etat de végétation.....	47
Conclusion générale et perspectives	50
Références bibliographiques	53

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Les écosystèmes forestiers méditerranéens sont reconnus pour être une source très importante de biens (bois, liège, fourrage, plantes aromatiques et médicinales, miel, fruits, etc.) mais également de services (espace de pâturage, purification de l'eau, protection des sols contre l'érosion, absorption de carbone, récréation, paysages, etc.). En termes de biodiversité, ils représentent également une richesse exceptionnelle et un patrimoine unique de ressources génétiques forestières, cette richesse spécifique se conjugue avec une certaine originalité écologique (Maire et Bourlion, 2016).

L'Algérie par sa situation géographique est reconnue par sa diversité variétale en plantes médicinales et aromatiques dont la plupart existe à l'état spontané, ainsi que leurs disparates utilisations populaires dans l'ensemble des terroirs du pays. Cependant, la flore Algérienne avec ses 3000 espèces appartenant à plusieurs familles botaniques dont 15 % endémiques, reste très peu explorée sur le plan phytochimique comme sur le plan pharmacologique (Quézel et Santa, 1963). Cette richesse et cette originalité font que l'étude de la flore d'Algérie présente un intérêt scientifique fondamental pour la connaissance et le savoir dans le domaine de l'ethnobotanique, de la pharmacopée traditionnelle mais également un intérêt scientifique appliqué dans le domaine de la valorisation des espèces naturelles arbustives et/ou sous arbustives.

L'hétérogénéité de cette diversité forestière méditerranéenne et algérienne est liée à de nombreux facteurs qui peuvent être résumés comme suit selon Benabdeli en 1998 :

- le monde méditerranéen a constitué un refuge lors des glaciations. C'est un creuset de formation et de conservation des espèces, puisque bon nombre d'entre elles ont été créées sur place,
- le bioclimat est également hétérogène car découlant des facteurs climatiques à l'origine du déterminisme méditerranéen. Deux facteurs restent prédominants et agissent sur les formations végétales et leur composition : la chaleur et l'humidité dans toutes leurs composantes et de nombreux indices furent calculés pour cerner le comportement des espèces végétales.

Sachant que les espèces les plus stables qui assurent la pérennité des groupements végétaux sont localisées dans les strates herbacées, sous-arbustives et arbustives et sont à un pourcentage dépassant les 50% utilisées en cuisine et phytothérapie, cette diversité doit de ce

fait être protégée en permanence. Les principaux genres qui répondent à cette situation sont: *Arbutus*, *Artemisia Asparagus*, *Asplenium*, *Berberis*, *Carlina*, *Celtis*, *Cistus*, *Cytisus*, *Daphne*, *Daucus*, *Echium*, *Erica*, *Eryngium*, *Euphorbia*, *Ferula*, *Galium*, *Genista*, *Globularia*, *Helianthemum*, *Ilex Juniperus*, *Laurus*, *Lavandula*, *Myrtus*, *Nerium*, *Olea*, *Oxalis*, *Pistacia*, *Polygonum*, *Quercus*, *Rosmarinus*, *Rumex*, *Ruscus*, (Benabdeli, 1998 et 2010).

Par ailleurs, du fait que cette richesse floristique inestimable a toujours été une source importante de principe actif thérapeutique, elle donne à la pharmacopée traditionnelle l'environnement et l'opportunité d'en profiter. Selon l'organisation mondiale de la santé (OMS), environ 65-80% de la population mondiale dans les pays en développement, en raison de la pauvreté et du manque d'accès à la médecine moderne, se réfugient et se dirigent vers la médecine traditionnelle, en utilisant les plantes pour se remédier et se soigner (Lhuillier, 2007) ; ou encore comme une source de nourriture ou fourrage particulièrement pour les communautés rurales. Il faut noter aussi, que plus de 25% des médicaments prescrits dans les pays industrialisés tirent directement ou indirectement leurs origines des plantes (Newman et al., 2000 et Calixto, 2005). A cet effet, la valorisation des ressources naturelles est une préoccupation qui devient de plus en plus importante.

Etant donné qu'une bonne part de nos forêts est plus protectrice que productrice, notre attention doit être aussi portée sur les espèces qui n'ont pas encore été étudiées de la strate arbustive et sous arbustive, non seulement pour déterminer leur état des lieux ou leurs propriétés phytochimiques, mais aussi pour caractériser et valoriser selon Marston et Hosttemann (2003) leurs réservoirs en composés qui attendent d'être exploités.

L'arbousier qui est l'une des principales espèces accompagnatrices du chêne-liège, est l'objet de notre étude. Aujourd'hui plusieurs chercheurs s'intéressent à étudier cet « arbre miracle », comme certains l'ont qualifié à fin de le valoriser, les hypothèses de ses bienfaits reposent sur son utilisation par les anciens. Effectivement *L'Arbutus unedo* L. est connu par ces propriétés antiseptiques et désinfectantes des voies urinaires, antispasmodiques et astringentes. Reconnu également dans d'autres pays, comme la Turquie, comme diurétique ou le Maroc comme remède naturel pour l'hypertension et le diabète (El Houari et al., 2007). Il est aussi largement cultivé comme plante ornementale.

La particularité de ce grand *Arbutus* nous a donnée l'ambition de caractériser son état actuel et sa répartition dans la forêt domaniale de Zerdeb au Sud-Est de Tlemcen. Notre choix a porté sur cette forêt parce que c'est une subéraie marginale à la limite de l'aire de répartition du chêne-liège sous un étage bioclimatique semi-aride.

Notre travail est composé de trois chapitres :

- Le premier chapitre expose une recherche bibliographique qui comporte l'état de connaissance sur le genre *Arbutus unedo* L., sa description botanique et ses utilisations thérapeutiques, ainsi que des généralités sur le système d'information géographique ;
- Il est suivi par un second chapitre consacré à la présentation de la zone d'étude, le matériel utilisé et les méthodes de travail ;
- On présente les résultats obtenus et leur interprétations dans le troisième chapitre ;
- On termine notre travail par une conclusion générale et des perspectives.

CHAPITRE I
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1 : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1. Considérations générales sur l'arbousier

Arbutus unedo L., nommé communément Arbousier, est une espèce connue pour son importance écologique et économique sur l'ensemble de son aire de distribution. Son grand intérêt dans le maintien de la biodiversité et son impact sur la santé humaine font que sa préservation s'impose avec perspicacité actuellement.

1.1.1. Aire de répartition

1.1.1.1. Dans le monde

Arbutus unedo se trouve en Europe occidentale, centrale et méridionale, en Afrique du Nord-Est, dans les îles Canaries et en Asie occidentale. Sa progression dans la zone tempérée d'Europe se produit depuis le nord de la péninsule ibérique, le long de la côte ouest, atteignant sa limite la plus au nord dans le nord-ouest de l'Irlande (Gomes, 2011).

Selon le même auteur, la distribution d'*Arbutus unedo* est principalement typique de la végétation méditerranéenne sclérophylle et semblable à laurier, principalement dans les zones côtières et intérieures aux climats bénins, où le gel ou la sécheresse estivale ne sont pas très intenses. En Europe, il pousse principalement dans le bassin méditerranéen: Portugal, Espagne, France, Italie, Albanie, Croatie, Bosnie, Monténégro, Grèce, Turquie et les îles méditerranéennes. La distribution de l'*arbutus unedo* (Fig. 1.1) s'étend d'une altitude de 20 à 1000 m.

1.1.1.2. En Algérie

L'arbousier en Algérie, est bien représenté dans le tell Algérien (Benhouhou, 2005), surtout dans les forêts de chêne-liège (des régions de Jijel, Skikda et El Taraf). *Arbutus unedo* L. préfère les substrats siliceux, décarbonatés et les sols alcalins relativement acides (Torres et al, 2002; Godinho-Ferreira et al., 2005 et Celikel et al., 2008).



Figure 1.1 : Aire de répartition d'*Arbutus unedo* « zone noire » (Santiso, 2015)

1.1.2. Description botanique

1.1.2.1. Famille des éricacées

Cette importante famille rassemble plus de 3000 espèces. Elle est plus ou moins cosmopolite mais particulièrement bien représentée sur les montagnes tropicales, en Afrique du Sud, dans l'Est de l'Amérique du Nord, en Asie orientale. En revanche, les éricacées sont absentes dans les zones désertiques (Botineau, 2010).

Ces espèces (les éricacées) sont regroupées en 120 genres environ. Les principaux sont *Rhododendron* avec 800 espèces dont 650 en Chine et 155 endémiques de Nouvelle-Guinée ; *Erica*, les bruyères avec 700 espèces de vaste répartition (Afri-macaronésie, Europe) ; *vaccinium*, avec 400 espèces circumboreales, *Gaultheria*, avec 140 espèces de Malaisie, Asie, Australie et Nouvelle-Zélande, Amérique ; *Leucopogon*, avec 130 espèces de Malaisie et d'Australie ; *Cavendishia*, avec 100 espèces d'Amérique tropicale ; *Arctostaphylos*, avec 50 espèces pour la plupart de l'Ouest de l'Amérique du Nord (Botineau, 2010) ; et Le genre *Arbutus* comprend 12 espèces distribuées dans le Sud Ouest et le Sud Est de l'Europe, l'Asie occidentale, l'Afrique du Nord, Canada et le Nord occidentale de l'Amérique (Scortichini, 1986).

1.1.2.2. Synonyme et taxonomie

Arbutu sunedo est un nom qui dérive du celt arbois : bois austère. Le nom latin « Unedo » est réutilisé par Carl Linnaeus (1753), puis décrit par Pline l'Ancien comme étant un dérivé de « unum edo » je mange un seul fruit.

Le nom *Arbutu sunedo* a été progressivement altéré d'une langue latine à l'autre : Assisnou en Berbère, Stawberry tree en anglais et Lendj en arabe. Il appartient à la famille des *Ericaceae*. En général, la plus grande densité ainsi que la diversité des *Ericaceae* se retrouve sous les climats méditerranéens (Stevens, 1978). Selon les classifications botaniques, la position taxonomique de l'*Arbutusunedo* L. est représentée comme suit :

Règne : *Plantae*

Sous-règne : *Tracheobionta* (plantes vasculaires).

Embranchement : Spermaphytes

Division : *Magnoliophyta*

Classe : *Magnolopsida* (Dicotylédones)

Sous-classe : *Dilleniidae*

Ordre : Ericales

Sous-ordre : *Ericanae*

Famille : *Ericaceae*

Sous-famille : *Arbutoideae*

Genre : *Arbutus*

Espèce : *Arbutusunedo* L.

1.1.2.3. Tronc et ramifications

Selon Férard (2003), l'arbousier se présente généralement sous la forme d'un arbrisseau à feuillage persistant, d'1,50m à 3m de hauteur. Occasionnellement, il peut s'élever jusqu'à 10 à 12m.

1.1.2.3.1. Feuille

Elles sont oblongues-lancéolées, glabres, alternes, coriaces et luisantes sur le dessus. Elles mesurent de 5 à 11 cm de long et de 1,5 à 4 cm de large. Les bords du limbe sont dentés en scie ou parfois sub-entières. Le pétiole mesure 10mm ou moins.

1.1.2.3.2. Fleurs

Elles sont rassemblées en grappes rameuses et terminales. Les fleurs sont hermaphrodites, actinomorphes (régulières) et possèdent 10 étamines. Le calice gamosépale possède 5 lobes courts. La corolle gamopétale de 5 à 7 mm de longueur forme un petit grelot de couleur blanchâtre qui devient caduque avant la fanaison de la fleur. Chaque extrémité des 5 pétales soudés se termine par une courte dent enroulée en dehors.

1.1.2.3.3. Floraison

La floraison est une panicule qui apparaît en automne, les fleurs sont pollinisées par les insectes et la production de fruits des cultures commence lorsque les plantes ont environ six à sept ans (Ribeiro et al., 2017).

1.1.2.3.4. Fruits

Les fruits sont des baies globuleuses de 15 à 20 mm de diamètre, pendantes, longuement pédonculées, hérissées de petits tubercules pyramidaux ; elles mettent une année entière à murir ; vertes en été, elles deviennent ensuite rouge orangé à rouge écarlate. Leur chair est comestible, mais insipide ; on en fait pourtant de bonnes confitures en Provence, en Languedoc et en Corse ; en Italie et en Espagne, on en tire une sorte de vin, une eau-de-vie et une liqueur, la "crème d'arboise" (Brosse, 2005).

1.1.2.3.5. Bois

Lavisci et al. (1989) ont décrit le bois de l'arbousier comme suit :

- Couleur : aubier blanchâtre, bois de cœur rosé, uniforme ;
 - Texture : très fine et homogène ;
 - Fil : souvent tors ;
 - Densité : 830-960 kg/m³, valeur moyenne 916 kg/m³ ;
 - Propriétés mécaniques : élevées et bien proportionnées entre elles ;
 - Retrait : assez élevé, mais uniforme entre bois de cœur et aubier ;
- Déformabilité moyenne.

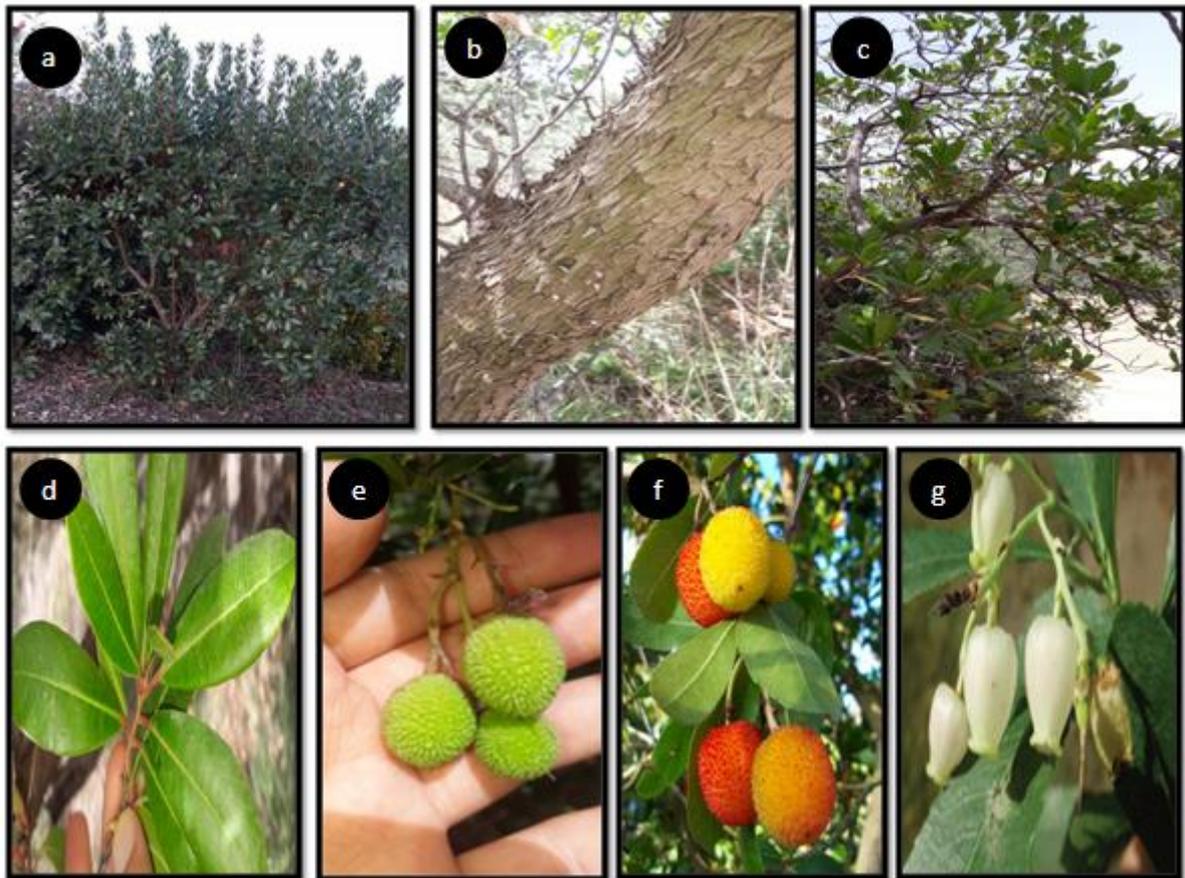


Figure1.2 : Description botanique de l'arbousier

(a) : Allure général de l'arbousier (original) ;

(b) : Tronc (original);

(c) : Rameau feuillé (original) ;

(d) : Feuilles (original) ;

(e) : Fruits avant maturation (original) ;

(f) : Fruits matures (DeepdaleTrees, 2015) ;

(g) : Fleurs (Fiche technique CAUE 77 - Arboretum de la Petite Loiterie,pp 65-68).

1.1.3. Phénologie

La phénologie est l'étude de la temporalité des événements biologiques et périodiques du cycle de la vie des organismes au cours des saisons. Elle décrit la dynamique temporelle de stades de développement comme les phases de dormance, de croissance, de reproduction et de sénescence chez les plantes (RathckeetLacey, 1985; Schwartz, 2003 et Segrestin, 2018).

L'arbousier a un comportement phénologique peut être compris comme une expression de stratégies d'adaptation de différentes espèces du maquis méditerranéen, qui maximisent l'efficacité d'usage des ressources. Lorsque les grandes ressources de l'environnement ne sont pas disponibles, ils équilibrent le coût de construction de la feuille avec sa durée de vie (Gratani et Crescente, 1997).

1.1.4. Exigences autoécologiques

D'un point de vue écologique, *l'Arbutus unedo* est également une plante intéressante. Espèce caractéristique des écosystèmes méditerranéens, elle contribue au maintien de la biodiversité de la faune, aide à stabiliser les sols en évitant l'érosion, à une forte capacité de régénération après les incendies et survit assez bien dans les sols pauvres. De plus, elle peut résister à de faibles températures et tolérante à la sécheresse (Gomes et Canhoto, 2009).

Pour ses caractéristiques et exigences, les mêmes auteurs avancent ce qui suit :

- Espèce assez thermophile ;
- Espèce à comportement plutôt héliophile, mais supportant les sous-bois un peu clairs ;
- Humus de type moder ; sols oligotrophes ; PH acide ;
- Matériaux : altérites de roches siliceuses ; affectionnent les textures sableuses ou sablo-graveleuses, mais se retrouvent sur dolomie (d) et rarement sur des calcaires ;
- Sols filtrants : espèce xérophile à méso xérophile ; station à bilan hydrique déficitaire ;
- Caractère indicateur : méso xérophile de sols siliceux.

1.1.5. Exigences édaphiques et climatiques

L'arbousier a une résistance moyenne au froid. Il peut être endommagé par des froids intenses, mais rejette ensuite très bien des souches. Il est sensible aux gels tardifs et précoces, et ne fructifie pas dans les zones trop froides. Il résiste bien à la chaleur, supporte le plein soleil et la mi-ombre, par contre l'ombre épaisse ne lui convient pas.

Il pousse principalement dans les arbustes sclérophylles et les forêts sempervirentes de *Quercus suber* et *Quercus ilex*. Cette espèce peut être trouvée du niveau de la mer à 800-1200 m et pousse dans différents types de sols bien que, comme de nombreuses espèces d'*Ericaceae*, il a une certaine préférence pour les sols acides (Molina et al., 2011).

1.1.6. Multiplication

1.1.6.1. Germination

La multiplication de l'arbousier est difficile par graines. Les graines incluses dans leur fruit ont un taux de germination très faible ne dépassant pas 4,2%, provoqué par la présence de certaines substances inhibitrices diffusées par le fruit. Les graines nécessitent un prétraitement pour surmonter la dormance. Les graines dormantes peuvent être stimulées pour germer à l'aide de traitements qui imitent les conditions naturelles ou satisfont certaines exigences physiologiques. La lixiviation par stratification, la scarification, la lumière et les régulateurs de croissance des plantes (en particulier l'acide gibbérellique (GA3) et la cytokinine) sont des traitements efficaces de libération de dormance (Hammami et al., 2005).

D'après Bruniau (2015), pour extraire les graines, il faut écraser le fruit à la main sur un tamis très fin, passer ensuite sous l'eau pour éliminer les impuretés, les sécher sur papier journal à l'ombre jusqu'à élimination complète d'eau (4 à 5 jours), ou 48 h si souffle un air chaud, ensuite éliminer les graines blanches, enfin les conserver (Teneur en eau des graines entreposées : 10 %) en chambre froide (7-8 °C).

1.1.6.2. Multiplication végétative

La multiplication végétative repose sur l'aptitude d'un végétal à pouvoir reconstituer un individu, identique à lui-même, à partir d'un organe (tige, racine, feuille . . .), d'un tissu ou d'une cellule. Elle est, depuis des siècles, largement utilisée pour reproduire de nombreuses espèces en horticulture, arboriculture... (Cornu et Boulay, 1986).

Des études antérieures sur l'arbousier ont montré que la vitro propagation à partir de matériel juvénile pouvait être accomplie. Cependant, comme pour les semences, les jeunes plants sont de génotypes inconnus, ce qui rend difficile la multiplication d'arbres sélectionnés, qui ne peuvent s'effectuer que par la multiplication de plantes adultes. Les rapports antérieurs sur la micro propagation d'*Arbutus Unedo* sont rares. Pour autant que l'on sache, le seul rapport a été réalisée à partir de matériel adulte était celui de Mendes (1997) et (Gomes et Canhoto, 2009).

1.1.6.3. Bouturage

Le bouturage est la technique la plus utilisée pour multiplier des plantes par voie végétative à partir d'un fragment de racine, de tige ou de feuille. Les boutures prélevées sur

l'individu à multiplié permettent de générer des copies dont le génotype, la croissance et l'architecture seront généralement identiques à ceux de la plante mère (Sbay et Lamhamedi, 2015).

La réussite du bouturage est fonction de l'initiation et du développement de l'enracinement adventif. Le succès de l'enracinement, nécessaire à la réussite du bouturage est commandé par un certain nombre de facteurs variables qui peuvent être exogènes ou endogènes :

- **Facteurs endogènes**

L'âge de pied mère est un facteur important dans la réussite du bouturage, plus un pied est jeune, plus ses capacités de multiplication végétative sont élevées. La même chose pour l'origine génétique, il joue un rôle non négligeable dans l'aptitude à la rhzogénèse (il existe à l'intérieur d'une même espèce des individus qui ont une aptitude plus particulière à l'émission racinaire) (Boutherin et Bron, 2013).

- **Facteurs exogènes**

L'environnement dans lequel sont placées les boutures joue un rôle important. Nombreux milieux de bouturage sont utilisés, soit inertes et simples (perlite, sable, gravier,...), soit composites à base de tourbe, d'écorces ou de terreau... Deux facteurs sont prépondérants: l'humidité et la température. Nombreuses études en horticulture ont été conduites sur l'effet d'une chaleur de fond. L'idéal est souvent compris entre 20 et 25°C. La majorité des espèces nécessite l'emploi des hormones de croissance (ou auxines) qui jouent un rôle principal en favorisant la croissance des racines tels que l'indolbutyrique (A.I.B), ou indole-acétique (A.I.A) (Bouzid, 2015).

1.1.6.3.1. Stratégies de bouturages

- **Boutures de rameaux feuillés**

C'est une technique qui consiste à prélever une portion de tige avec feuillage pour lui faire produire des racines. On prélève à la fin de l'été ou au début de l'automne, des fragments de rameaux longs de 10 à 15 cm, dont la base, si possible à talon, est bien lignifiée (rameaux aoûtés). Coupez l'extrémité supérieure au-dessus d'un œil. Habillez la bouture en supprimant les feuilles inférieures, et en coupant celles de la portion médiane de la tige à mi-limbe.

Gardez seulement les deux feuilles supérieures. On utilise l'hormone de bouturage pour faciliter l'enracinement. Après, enterrez les rameaux aux trois quarts dans un compost bien drainé, tassez le pied et arrosez. Enfin couvrez avec un châssis, une cloche ou un film plastique, Et Ombrez si besoin, Arrosez de temps en temps jusqu'à la reprise, surtout par temps chaud¹.

- **Boutures herbacées**

Les extrémités des tiges des plantes dites « molles » ou « tendres » et de certaines vivaces émettent très facilement des racines adventives lorsqu'on les place dans un milieu approprié. Cette faculté est utilisée pour élever rapidement et en grandes quantités de nombreuses plantes décoratives. Les époques les plus favorables à ce mode de multiplication sont l'automne et le début du printemps. Le plus souvent, seules les extrémités herbacées sont utilisées. La longueur des boutures varie suivant l'état des bourgeons (Bouزيد, 2015).

- **Boutures semi-herbacées ou semi-ligneuses**

Ces types de boutures sont généralement fabriqués à partir de plantes ligneuses à feuilles persistantes qui sont prises pendant la saison de croissance. Elles sont coupées avant que le bois ne durcisse et ne brunisse. Les boutures sont utilisées à partir de la pointe des pousses feuillues. Les structures de propagation fermées sont les meilleures pour l'enracinement des boutures. Lorsque les boutures ont développé leur système racinaire, nous pouvons ensuite les transplanter dans un récipient plus grand (Sandor, 2007).

- **Boutures ligneuses**

Les boutures ligneuses sont généralement des boutures de rameaux bien aoutés et lignifiés sur des rameaux frais, sans maladie, de préférence vigoureux et aux bourgeons bien formés. Le stade de prélèvement optimal pour ces boutures est le printemps, juste avant le débourrement des bourgeons. La plupart des boutures ligneuses mesurent environ 20 cm de long et portent de 2 à 5 yeux chez les essences feuillues. On évite généralement de prendre la partie basale du rameau ainsi que l'apex, souvent mal aouté. La coupe doit être faite au sécateur désinfecté ou à l'aide d'un couteau tranchant, en biais sur la face opposée au bourgeon. Le développement des racines à lieu 3 à 4 semaines après la mise en terre. Les boutures enracinées se distinguent nettement par leur croissance vigoureuse (Sbay et Lamhamedi, 2015).

¹ : <https://www.systemed.fr/allees-paysagisme-jardinage/bouturage-rameaux,8922.html#> Consulté le 01/07/2020 à 6 h :38.

- **Boutures de rameaux non-feuillés**

Ce procédé repose sur un aspect particulier des rameaux lorsqu'ils sont démunis de leurs feuilles. Il concerne les boutures de rameaux ligneux, appelées boutures en sec. Ces boutures se réalisent avec des tiges comportant beaucoup de bois, pendant le repos de végétation, à partir du début de l'automne et durant tout l'hiver. Il faut choisir des boutures de diamètre suffisant, en évitant de sélectionner des branches trop souples, révélatrices d'un mauvais aoûtement (Hortis, 2006).

- **Boutures d'œil**

C'est une innovation sur le domaine, pratiquée dans le cadre de la recherche engagée par l'association de la régénération de la vigne (Raffin, 2003). Bouture ligneuse, prélevée sur une tige pendant la période de dormance, d'automne ou d'hiver. La bouture est longue de 3 à 4 cm et ne porte qu'un seul œil ou bourgeon. Retirer le morceau d'écorce du côté opposé au bourgeon. Coucher cette face sur le substrat de culture en l'y maintenant fortement appuyée. Saupoudrer largement la surface du substrat avec du sable pour que la bouture disparaisse, ne laissant dépasser que l'œil au-dessus du niveau du sable. Il faut veiller à maintenir une humidité constante, car l'enracinement se fait avec une chaleur de fond de 24°C (Poupineau, 2012).

1.1.7. Intérêts

1.1.7.1. Produit alimentaire

Les résultats obtenus par Boussalah et al. (2018) concernant la composition nutritive des fruits de l'arbousier, montrent que ces derniers pourraient être une alternative nutritive en particulier pour leur teneur élevée en fibres. Ils sont également une source d'eau et la quantité de sucres solubles apportés ont fait une source modérée d'énergie rapidement disponible; ce type de sources d'énergie est très précieuses pour l'alimentation humaine, car il fournit une très faible teneur en matières grasses et l'apport concomitant de minéraux et d'autres nutriments sains.

Selon Bizouard et Favier (1962), la distillation du fruit remonte, en Corse à 1815 dans la région de Bastia. Rapidement étendue, elle devint alors l'objet d'un commerce important avec le continent ; cette fabrication semble actuellement en régression. En Italie, une liqueur dite « crème d'arbose » est préparée par de petites entreprises.

Dans plusieurs pays méditerranéens, l'arbose a été et est encore commercialisée sous différentes formes : fruit brut, confiture, miel, tisane, pâtisseries, liqueur, eau de vie, brandy (vin distillé), et encore bière aromatisée. La concentration en vitamine C de ses fruits est 30 fois supérieure à celle de l'orange, 25 fois à celle de la fraise et 5 fois à celle du kiwi. Leur teneur en vitamine E excède celle du blé, du maïs et de la fève de soja (Forêt modèle de Provence, 2017).

1.1.7.2. Apiculture

L'arbousier est une source importante de nectar dans le bassin méditerranéen en raison de sa large distribution et du miel très apprécié qui est produit à partir de son nectar. De l'autre côté, sa période de floraison tardive réduit la possibilité pour les abeilles à recueillir son nectar (Soro et Paxton, 1999).

Selon le même auteur, le miel *d'arbutus unedo* contient le glucoside « arbutine » dont il tire son goût amer caractéristique. En effet, de nombreux miels dérivés du nectar d'*Ericaceae* ont un goût amer, comme le miel de bruyère européen bien connu dérivé de *Calluna vulgaris*. Là où le miel *d'arbutus unedo* est produit (par exemple Corse, Elbe, Sardaigne), il est parmi les miels les plus prisés, coûtant jusqu'à 10 £ (16 \$ US). Le miel d'*Arbutus unedo* cristallise facilement en raison de sa teneur élevée en glucose, et il a également une teneur en eau relativement élevée et donc une tendance à fermenter s'il est conservé pendant une longue période.

1.1.7.3. Huiles essentielles

En raison de tous les bienfaits qu'offre l'arbousier, une huile essentielle est extraite des feuilles et de la tige de l'espèce. Nombreuses études ont montré l'importance de ses compositions chimiques. Il faut noter qu'une composition chimique distincte a été signalée pour l'huile essentielle de feuilles isolées *d'arbutus unedo* d'origine algérienne (Miguel et al., 2014).

1.1.7.4. Arbuste d'ornement

L'arbutus unedo est une espèce typique de la frange et du climat méditerranéens, mais elle est également cultivée dans de nombreuses autres régions telles que le Proche-Orient et la Transcaucasie. Comme il s'agit d'un arbuste ornemental à feuilles persistantes, il attire l'attention chaque automne et au début de l'hiver avec ses grappes denses de petites fleurs

blanches en forme d'urne et de spectaculaires fruits écarlates. L'arbousier était utilisé depuis l'Antiquité par les Romains, qui l'ont planté dans leurs jardins. Cette plante mellifère qui était censée avoir des propriétés médicinales, à savoir les feuilles et l'écorce, a une implantation remarquable en Algarve, où elle pousse dans des broussailles à feuilles persistantes et des marges de bois sur les pentes schisteuses des montagnes de l'Algarve (Mount, 2015 et Alarcão-E-Silva et al., 2001).

1.1.7.5. Médecine traditionnelle

Divers propriétés médicinales ont été retrouvées chez cette espèce. L'arbousier est un anti-inflammatoire, antiseptique, astringent, diurétique et dépuratif (Belfekih et al., 2017). C'est l'une des plantes médicinales les plus fréquemment utilisées en médecine populaire dans les cas de troubles gastro-intestinales, de maladies de la peau et des infections urinaires (NaceiriMrabti et al., 2017)

L'étude ethnobotanique de l'arbousier de Faïda et al. (2019) a donné que selon chaque organe, la décoction de la plante est utilisée dans de nombreuses actions thérapeutiques :

- **Feuilles:** La tisane faite à partir des feuilles de l'arbousier a souvent été utilisée pour abaisser la tension artérielle et pour protéger contre le rhume, le diabète et d'autres maladies respiratoires.
- **Fruits :** concernant l'effet thérapeutique des fruits de l'arbousier, la population des « Jbalas » (région dans le Maroc) l'utilise en infusion pour traiter les maladies digestives et les diarrhées.
- **Racine:** elles sont utilisées dans le traitement du diabète, des maladies digestives, des maladies respiratoires, des maladies rhumatismales, et a également une action anti-inflammatoire et ostéo-articulaire.
- **Écorce:** elle est réputée astringente, diurétique, hypertensive, anti-diarrhéique et traite les douleurs gastriques.

1.1.7.6. Médecine industrielle

L'étude réalisée par Didi (2009) sur l'activité antioxydante des flavonoïdes de l'*Arbutus unedo* a montré de bonnes activités antioxydantes et capacité de piégeage des radicaux libres pour les différents systèmes antioxydants *in vitro*. Cette analyse trouve une importante application dans l'industrie pharmaceutique comme elle peut trouver aussi une

application dans l'industrie alimentaire. De plus, cette plante médicinale peut être utilisée comme une source facilement accessible d'antioxydants naturels pour remplacer les antioxydants synthétiques utilisés comme additifs alimentaires ou dans les préparations médicamenteuses.

1.1.8. Caractéristiques chimiques et antioxydantes

1.1.8.1. Feuilles

Les analyses réalisées par Bensabeur (2009) sur la composition chimique des feuilles d'arbousier a identifié 20 composants. Ce sont en majorité des alcanes (42,93%), des aldéhydes (17,11%), des alcools (4,34%), les esters (11,48%), les aromatiques (2,79%), le cyclobutyle 4-éthylbenzoat (2,79%) ou encore les terpènes hydrocarbonés comme le sabinène (4,57%) et le b-terpinène (0,48%) en petites quantités.

Selon Miguel et al. (2014), une activité antioxydante a été signalée dans des essais sur modèle chimique pour des extraits de feuilles d'*Arbutus unedo* et des essais sur modèle cellulaire :

- Activité antibactérienne, principalement contre les bactéries à Gram positif, *Helicobacter pylori* et *Klebsiella pneumoniae*;
- Effet antifongique contre deux moisissures aflatoxigènes à savoir *Aspergillus parasiticus* et *Candida tropicalis*;
- Activité anti-mycobactérienne intracellulaire sans effet toxique sur les macrophages, en particulier l'extrait éthanolique.

1.1.8.2. Fruit

Selon Miguel et al. (2014), le fruit de l'arbousier contient plusieurs composés chimiques :

- **Les composés phénoliques**

Les acides phénoliques, les flavonols (10,86 mg / 100 g), les flavan-3-ols (36,30 mg / 100g), les dérivés de galloyl (24,63 mg / 100 g) et d'anthocyanes (13,77 mg / 100 g).

- **Les Sucres**

Le Fructose (27,8%) et le glucose (21,5%) sont les sucres prédominants dans les fruits, suivis de saccharose (1,80%) et le maltose (1,11%).

- **Les Vitamines**

La vitamine « E » avec une teneur de 55,7 mg / 100g. La vitamine « C » ou autrement dite « l'acide ascorbique » avec une teneur de 89 mg / 100 g.

D'après une étude réalisée par Doukaniet Tabak(2015), le fruit de l'arbousier a 68,18% d'eau, 19% de fibres alimentaires, 0,082% de pectine et 17,66% des solides solubles (les sucres, les sels, les protéines et les acides carboxyliques...).

1.2. Considérations générales sur Le système d'information géographique

1.2.1. Définition

La multiplication des approches de constitution et de traitement de l'information géographique s'accompagne d'un foisonnement d'outils capables de la structurer et de la traiter ; ils sont regroupés pour des raisons de commodités sous le vocable SIG (Berry et Miellet, 1999).

Une définition simple présente un SIG comme un système informatique permettant, à partir de diverses sources, de rassembler et d'organiser, de gérer et de combiner, d'élaborer et de représenter des informations localisées géographiquement contribuant notamment à la gestion de l'espace (Deshayes et Chery, 2000).

1.2.2. Les composants d'un SIG

Un Système d'Information Géographique est constitué de 5 composants majeurs :

1.2.2.1. Matériel

Un SIG est basé sur un ordinateur pour le stockage et le traitement des données, les scanners et les tables à digitaliser sont utilisés pour reproduire les cartes, graphiques et schémas support-papier dans le système, des récepteurs GPS sont utilisés pour cartographier des éléments sur le terrain et des enregistreurs et des sondes sont utilisées pour enregistrer des informations pour une multitude de domaines.

1.2.2.2. Logiciels

Le logiciel SIG fournit les fonctions et les outils nécessaires pour stocker, analyser et afficher des informations géographiques, on peut résumer ses fonctions comme suite :

- Saisie des informations géographiques sous forme numérique (Acquisition),
- Gestion de base de données (Archivage),
- Manipulation et interrogation des données géographiques (Analyse),
- Mise en forme et visualisation (Affichage),
- Représentation du monde réel (Abstraction),
- La prospective (Anticipation).

En cartographie forestière divers logiciels de SIG sont employés. Les plus utilisés sont:

- ArcGIS est un logiciel de la firme ESRI, leader mondial des SIG (Denis, 2016), c'est un système complet qui permet de collecter, organiser, gérer, analyser, communiquer et diffuser des informations géographiques. En tant que principale plateforme de développement et d'utilisation des systèmes d'informations géographiques (SIG) au monde, ArcGIS est utilisé par des personnes du monde entier pour mettre les connaissances géographiques au service du gouvernement, des entreprises, de la science, de l'éducation et des médias. ArcGIS permet la publication des informations géographiques afin qu'elles puissent être accessibles et utilisables par quiconque. Le système est disponible partout au moyen de navigateurs Web, d'appareils mobiles tels que des smartphones et d'ordinateurs de bureau².
- MapInfo Professional est un Système d'information géographique à l'origine bureautique créé dans les années 1980 aux États-Unis. C'est un logiciel qui permet de réaliser des cartes en format numérique. MapInfo est conçu autour d'un moteur d'édition de cartes qui permet la superposition de couches numériques. Il permet de représenter à l'aide d'un système de couches des informations géo-localisées : points, polygones et image raster.

² : <https://resources.arcgis.com/fr/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm> consulté le 23/07/2020 à 10h.

Ce logiciel permet de créer, d'afficher, de modifier toutes formes d'informations géographiquement référencées.

- L'ENVI est un logiciel de traitement d'image développé par la société R.S.I. (Research Systems). C'est un logiciel idéal pour traiter et analyser l'imagerie géospatiale. L'ensemble complet de traitement d'images d'ENVI comprend des outils spectraux avancés mais faciles à utiliser, la correction géométrique, l'analyse du terrain, l'analyse radar, des capacités SIG raster et vectoriel, et une prise en charge étendue des images provenant d'une grande variété de sources (Harris, 2015).

1.2.2.3. Données

Selon Duclaux (2014), les données géographiques sont importées à partir de fichiers ou saisies par un opérateur. Une donnée est dite « géographique » lorsqu'elle fait référence à un (ou plusieurs) objet(s) localisé(s) à la surface de la Terre. Ses coordonnées sont définies par un système de référence spatiale.

Les données géographiques possèdent quatre composantes :

- Les données géométriques renvoient à la forme et à la localisation des objets ou phénomènes ;
- Les données descriptives renvoient à l'ensemble des attributs descriptifs des objets et phénomènes à l'exception de la forme et de la localisation ;
- Les données graphiques renvoient aux paramètres d'affichage des objets (type de trait, couleur...) ;
- Les métadonnées associées, c'est-à-dire les données sur les données (date d'acquisition, nom du propriétaire, méthodes d'acquisition...)

1.2.2.4. Utilisateurs

La technologie SIG a une valeur limitée sans les personnes qui gèrent le système et élaborent des plans pour l'appliquer à des problèmes du monde réel. Les utilisateurs du SIG vont des spécialistes techniques qui conçoivent et entretiennent le système à ceux qui l'utilisent pour les aider à accomplir leur travail quotidien. Le terme « utilisateur » peut faire référence à toute personne qui utilisera le SIG pour soutenir les objectifs d'un projet ou d'un

programme, ou à toute une organisation qui utilisera le SIG à l'appui de sa mission globale (Ershad, 2020).

1.2.2.5. Méthodes

Un SIG efficace fonctionne selon un plan et des règles d'entreprise bien conçus, qui sont les modèles et les pratiques d'exploitation propres à chaque organisation.³

1.2.3 Les systèmes d'information géographique en foresterie

La gestion des milieux forestiers implique la maîtrise d'une quantité sans cesse croissante et diversifiée d'informations se caractérisant avant tout par leur composante spatiale. La cartographie joue donc depuis très longtemps un rôle important en foresterie. L'apparition, au début des années 1980, d'outils de gestion et d'analyse de données géoréférencées a généré de très nombreuses initiatives et applications dans le domaine de la cartographie forestière comme dans celui plus global de la gestion des territoires (Joliveau, 1996).

La formidable expansion que connaît actuellement dans le domaine informatique, le créneau des applications géographiques, combiné à la diversité des objectifs et des moyens (humains et techniques) à la disposition des gestionnaires forestiers justifie de faire le point sur les possibilités d'utilisation de la cartographie numérique ou plus généralement de la géomatique dans le domaine forestier (Lejeune et Rondeux, 1999).

³ :https://www.rst2.org/ties/GENTOOLS/comp_gis.html consulté le 20/07/2020 à 19:06

CHAPITRE II

ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE II

ETUDE EXPERIMENTALE

2.1. Présentation du milieu d'étude

2.1.1. Aperçu sur la wilaya du Tlemcen

2.1.1.1. Localisation

La wilaya de Tlemcen, est située au Nord-Ouest de l'Algérie (Fig. 2.1). Elle occupe une position de choix au sein de l'ensemble national. Il s'agit d'une région située géographiquement dans l'extrême ouest algérien à $1^{\circ} 27'$ et $1^{\circ} 51'$ de longitude Ouest et à $34^{\circ} 27'$ et $35^{\circ} 18'$ de latitude Nord. Elle s'étend sur une superficie de 9018 km^2 (Arbadi et al., 2018).

La wilaya est limitée géographiquement :

- Au Nord par la mer méditerranée ;
- Au Sud par la wilaya de Naama ;
- A l'Ouest par la frontière Algéro-marocaine ;
- A l'Est par la wilaya d'Ain Temouchent ;
- Au Sud Est par la wilaya de Sidi Bel Abbès.

2.1.1.2. Importance des terres forestières

Selon le B.N.E.D.R (2008), Les formations forestières couvrent une superficie de $238\,820$ hectares (ha) composée de forêt, maquis et broussaille, ajouter à cela une nappe alfatière de $154\,000$ ha, soit un taux de boisement de la wilaya estimé à 26%. La strate arborescente qui correspond aux forêts naturelles et aux reboisements occupe une superficie de $28\,856$ ha soit 12% des superficies boisées de la wilaya :

- Forêts naturelles : $9\,027$ ha (4%).
- Reboisements : $19\,829$ ha (8%).

- La strate arbustive formée de maquis et de maquis arborés est prédominante, elle couvre une superficie de 209 964 ha (88 %) de la superficie totale des formations forestières dont 120 668 ha de maquis (51%) et 89 296 ha de maquis arborés (37%).

La Wilaya de Tlemcen est considérée comme étant à vocation forestière. Mais la couverture forestière est inégalement répartie, plus de 80 % du potentiel sylvicole est concentré dans les Monts de Tlemcen.

2.1.1.3. Répartition par essences

Le B.N.E.D.E.R. (1979) a réparti par région les essences forestières de la wilaya de Tlemcen comme suit (Abdi, 2014) :

Tableau 2.1 : Répartition des essences forestière par région (B.N.E.D.E.R, 1979in Abdi, 2014)

Zone	Superficies totale (ha)	Superficie forestière		Principales essences	
		Ha	%		
Monts des Traras	100,200	19.430	9.7	Pin d'Alep, eucalyptus, thuya.	
Piémonts côtiers	42.700	2130	1.1	Pin d'Alep, eucalyptus, thuya, chêne-liège, genévrier	
Plaines telliennes	211.000	6240	3.1	Chêne vert, pin d'Alep, cyprès	
Monts de Sebaa-Chioukh	30.800	580	0.3	Pin d'Alep	
Monts de Tlemcen	Versant Nord	172.000	86.340	43.3	Chêne-liège, chêne vert, chêne zeen, thuya
	Versant Sud	132.800	71.180	35.7	Pin d'Alep, chêne vert, genévrier, thuya, alfa
Hautes plaine steppiques	248.400	13.590	6.8	Pin d'Alep, chêne vert, thuya, genévrier, alfa	
Totale de la Wilaya		937.900	199.490	100	/

2.1.1.4. Types de peuplements

Les forêts de la wilaya de Tlemcen sont soit :

- Artificielles pures,
- Naturelles pures,
- Mélangées (naturelles avec reboisements),
- Occupée par une seule essence comme la forêt domaniale de Tlemcen (pin d'Alep) ou par deux ou plusieurs essences comme le cas des forêts domaniales de Hafir et Zariefet (chêne-liège, chêne zeen et chêne vert).

2.1.2. Présentation de la zone d'étude (Forêt de Zerdeb)

2.1.2.1. Situation géographique, administrative et forestière

La forêt domaniale de Zerdeb est située dans le Nord-Ouest algérien (Fig.2.1), dans les monts du Gourari au sud de la commune d'Ouled Mimoun et à 33 km au Sud-est de Tlemcen, d'après la carte d'État-major 1/ 50000 d'Ouled Mimoun, type 1922 feuille n°271, et celle de BniSmiel type 1922feuille n°301 (même échelle) (Fig.3). Elle s'inscrit entre les coordonnées:

Latitude : 35°49' 34°55'Nord
Longitude : 01°00' 01°04'Sud

Administrativement la forêt domaniale de Zerdeb dépend de la commune d'Ouled Mimoun, elle s'étend sur les « douares » d'Ouled Mimoun et Bni Smiel. Elle découle de la circonscription d'Ouled Mimoun et la conservation des forêts de la wilaya de Tlemcen et elle est divisée en 3 cantons (Tab.2.2 et Fig. 2.1). La partie de la forêt située sur le territoire d'Ouled Mimoun est classée dans le domaine de l'Etat par le décret du 15 janvier 1968, homologuant les opérations de délimitation et de répartition faites en exécution du Sénatus Consulte dans la tribu d'Ouled Mimoun. La partie située sur le territoire de Bni Smiel est classée dans le domaine de l'Etat et soumise au régime forestier par l'arrêté gouvernemental du 2 novembre 1892 homologuant les opérations faites en exécution du Sénatus consulte dans la tribu de BniSmiel (C.F.T., 2013). Elle est limitée :

- Au Nord par la commune de Sidi Abdelli
- Au Sud par la commune de Bni Smiel
- A L'Est par la commune d'Ain Tellout
- Et à l'Ouest par la commune de Chouly

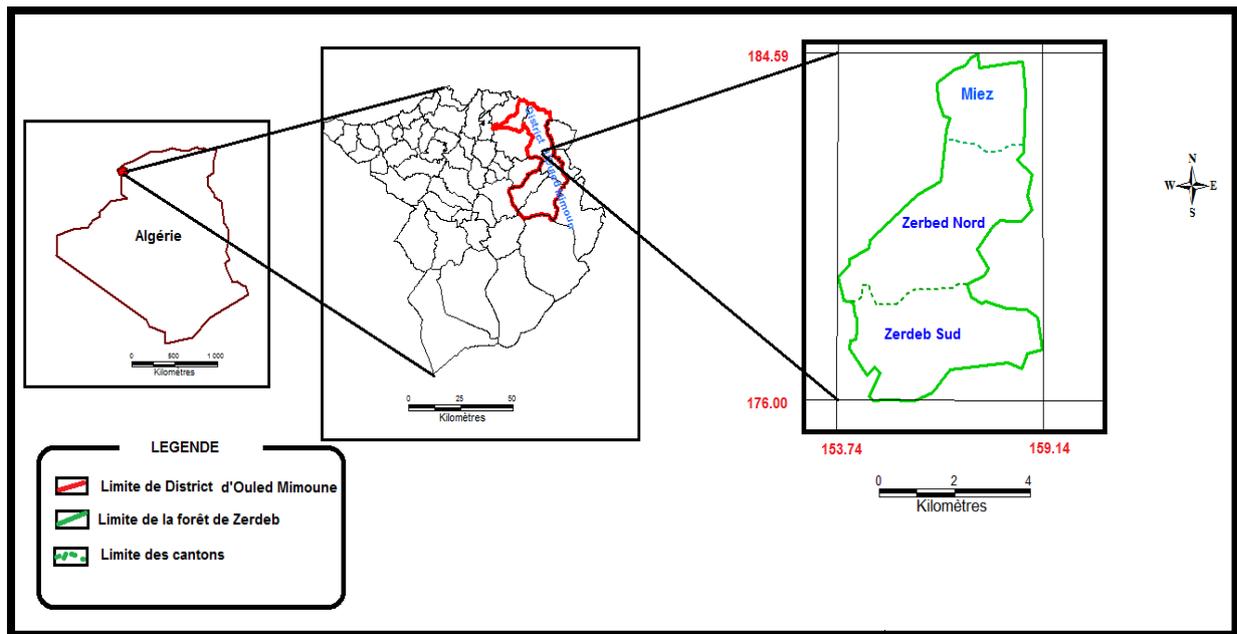


Figure 2.1: Situation géographique de la forêt domaniale de Zerdeb (C.F.T., 2013)

Tableau 2.2: Division de la forêt de Zerdeb en cantons

Nom de Canton	Superficie (ha)
Zerdeb Nord	1229
Zerdeb Sud	916
Mieze	238

2.1.2.2. Relief

Ouled Mimoun est située entre 656 m d'altitude au Nord et 789 m au Sud. Deux ensembles physiques caractérisent l'espace communal d'Ouled Mimoun :

- Une zone de montagne faisant partie des Monts de Tlemcen dépeuplée et à couverture forestière moyenne à faible.
- Une zone de plaine et de plateaux céréaliers s'étendant vers le Nord (Nacer, 2018).

2.1.2.3. Pentes

La forêt de Zerdeb se trouve sur une pente raide comprise entre 15 et 25%, à sol généralement meuble et instable.

2.1.2.4. Hydrographie

Pour ce qui est du réseau hydrographique, la station est riche en chabaâts, en plus d'Oued Isser qui passe à côté de sa limite orientale et est divisé en deux cours d'eau secondaires, Elle comprend quatre sources ayant un débit faible (C.F.T., 2020):

- Source d'Ain flou ;
- Source de Hassi Mediaza ;
- Source de Tighighette ;
- Source de Boudjamhour.

2.1.2.5. Etude climatique

Le climat peut être défini comme les conditions météorologiques moyennes régnant en un lieu particulier au cours d'une certaine période de temps variant de quelques mois à des milliers, voire à des millions d'années (en général 30 ans). Pour décrire le climat, on peut se servir de données statistiques sur les tendances centrales et la variabilité d'éléments tels que la température, les précipitations, la pression atmosphérique, l'humidité et le vent, ou alors d'un ensemble d'éléments tels que des types de temps ou des phénomènes caractéristiques d'un lieu ou d'une région, voire de l'ensemble de la planète, sur une période donnée (ONM, 2014).

2.1.2.5.1. Précipitations

La pluviométrie est la première composante du climat, elle est le premier facteur qui agit directement sur la végétation et le sol. Pour notre zone d'étude la figure 2.2 représente les précipitations moyennes mensuelles pendant la période 1989 - 2010 suivant les données de l'agence nationale des ressources hydrauliques (A.N.R.H. Tlemcen, 2010).

Nous remarquons que la pluviométrie est importante durant les mois d'hiver, moyenne pendant le printemps et l'automne et atteint son minimum en été.

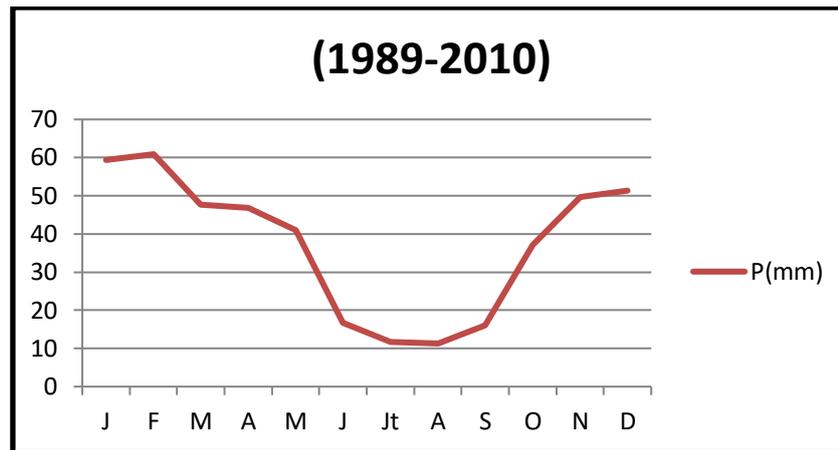


Figure 2.2 : Représentation graphique des précipitations moyennes mensuelles de la forêt domaniale de Zerdeb pendant la période 1989 - 2010 (A.N.R.H. Tlemcen, 2010)

2.1.2.5.2. Températures

Le second facteur limitant du climat est la température, il influe sur le développement de la végétation et détermine sa répartition. En écologie chaque espèce végétale a un intervalle optimal de température qu'elle peut tolérer. La figure 2.3 représente les températures moyennes mensuelles de la zone d'étude, elle nous a permis de constater que les mois de janvier et décembre sont les plus froids, alors que les mois de juillet et août sont les plus chauds.

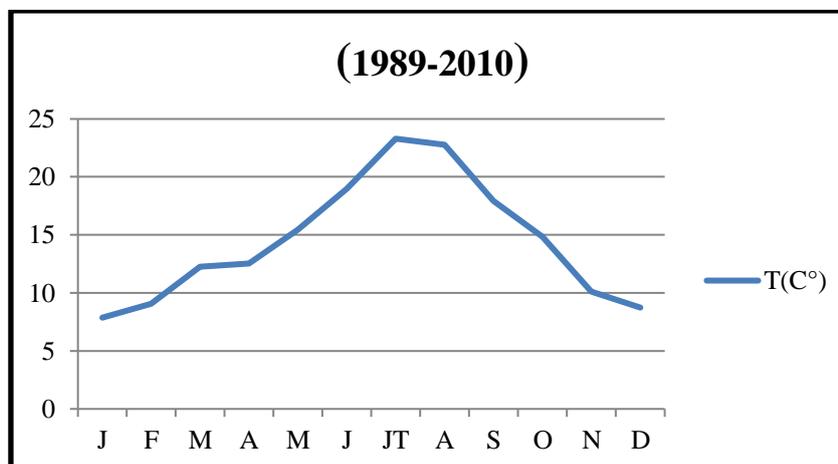


Figure 2.3 : Représentation graphique de la température moyenne mensuelle de la forêt domaniale de Zerdeb pendant la période 1989 - 2010 (A.N.R.H. Tlemcen, 2010)

2.1.2.5.3. Autres facteurs climatiques

- **Vents :**

Dans la station d'étude les vents dominants sont ceux du et Nord et Nord-Ouest, en été les vents du Sud ou Sirocco se font sentir mai sans grande importance.

- **Neige :**

Le minimum d'enneigement à Ouled Mimoun est de 3,9 jour/an, cette neige n'est jamais très importante et disparaît quelques jours plus tard.

- **Gellée :**

La station d'étude, reçoit des gelées blanches qui sont plus fréquentes durant l'hiver (Novembre à février).

2.1.2.5.4. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la forêt domaniale de Zerdeb pendant la période 1989 - 2010 (A.N.R.H. Tlemcen, 2010)

Le diagramme ombrothermique permet de présenter la durée (en mois) et l'intensité de la saison sèche à partir de la température moyenne et de la pluviométrie, ces deux auteurs considèrent un mois sec, celui dont le total moyen des précipitations (mm) est inférieur ou égal au double de la température moyenne exprimée en degré Celsius ($^{\circ}\text{C}$) « $P < 2T$ ».

L'analyse du diagramme ombrothermique pour la période 1989-2010 montre que la station d'étude est caractérisée par presque cinq mois de sécheresse allant de la mi-mai jusqu'à la mi-octobre et la saison humide englobe les autres mois de l'année (Figure 2.4).

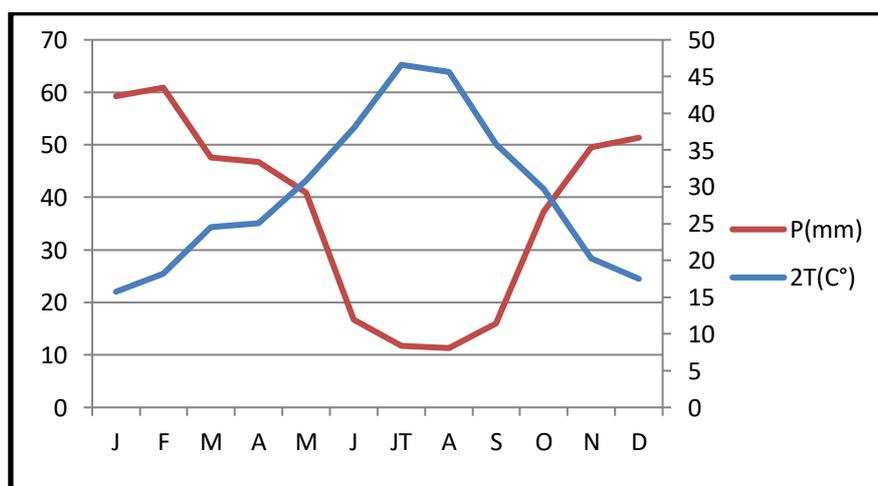


Figure 2.4: Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la forêt domaniale de Zerdeb pendant la période 1989 - 2010 (A.N.R.H. Tlemcen, 2010)

2.1.2.5.5. Quotient pluviothermique et Climagramme d'Emberger

L'indice d'Emberger prend en compte les précipitations annuelles P, la moyenne des maxima de température du mois le plus chaud (M en °C) et la moyenne des minima de température du mois le plus froid (m en °C). Ce quotient est défini par la formule :

$$Q_2 = 2000 \frac{P}{M^2 - m^2}$$

➤ Avec : Q : quotient pluviométrique d'Emberger

M : la moyenne des températures du mois le plus chaud en kelvin

m : la moyenne des températures du mois le plus frais en kelvin

P : pluviométrie annuelle en mm

(Important : K = °C+274,15)

Le tableau 2.3 et la figure 2.5 montrent que la forêt de Zerdeb appartient à l'étage bioclimatique semi-aride inférieur à hiver frais.

Tableau 2.3: Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger de la zone d'étude de la forêt domaniale de Zerdeb pendant la période 1989 - 2010 (A.N.R.H. Tlemcen, 2010)

P (mm)	M(°C)	m(°C)	M(°k)	m(°k)	Q ₂	Etages bioclimatique
449,4	33,55	1,20	306,7	274,35	47,81	Semi-aride

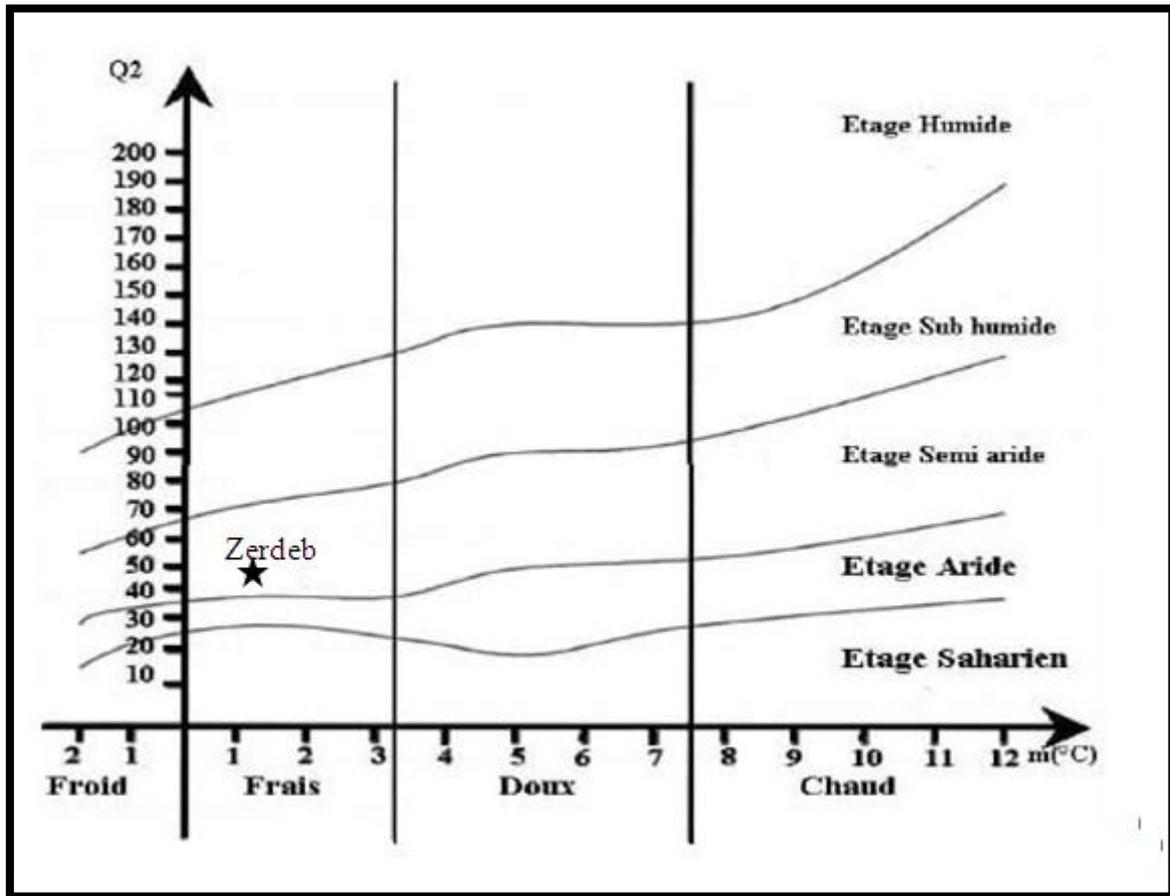


Figure 2.5: Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger de la forêt domaniale de Zerdeb pendant la période 1989 - 2010 (A.N.R.H. Tlemcen, 2010)

2.1.2.6. Pédologie

L'aperçu géologique permet d'affirmer que la plupart des monts de Tlemcen sont formés essentiellement de calcaires et de dolomies. Ces deux roches sédimentaires plus ou moins dures sont facilement érodables par les eaux de pluies, celles-ci par dissolution donnent un aspect karstifié pour la dolomie et la falaise.

Selon Mazour (2004) ; Ghezlaoui et Benabadji (2018), les sols (Tab. 2.4) de ces régions sont développés sur roche mère calcaire. Ils s'apparentent à des sols rouges fersialitiques. Les résultats analytiques montrent une texture qui varie entre limono-sableuse et limono-argileuse. La teneur en calcaire total est entre 14-24% avec un pH généralement alcalin.

Tableau 2.4 : principales caractéristiques analytiques des sols (Mazour, 2004)

Type de sol	Sol rouge fersialitique sur grés (Tlemcen)	Type de sol	Sol rouge fersialitique sur grés (Tlemcen)
Profondeur (cm)	0-10	Profondeur (cm)	0-10
Calcaire total%	3,23	C/N	11,55
Argile%	37,31	Azote total %	0,09
Limoneux totaux%	20,48	P2O5 (olsen) ppm	-
Sables totaux%	41,37	pH eau	7,0
Densité apparente	1.5	Complexe absorbant méq/100g de terre Ca++	17,3
IS.	-	Mg++	1,6
M.O %	1,78	K+	1,2
CO%	1,04	Na+	0,31

2.1.2.7. Végétation

La végétation naturelle, fortement dégradée, est constituée de chêne-liège (*Quercus suber*), doum (*Chameropshumilis*), alfa (*Stipatenacissima*), diss (*Ampelodesmamauritanica*), bruyère (*Erica arborea*), cyste (*Cistussalviifolius et cistusladaniferus*), calycotome (*Calycotomespinoza*) et de quelques graminées et autres plantes annuelles (Boughalem et al., 2009).

Pour le peuplement de chêne liège, il est en général mélangé avec d'autres essences telles que le chêne vert, le chêne zeen, le thuya et même le pin d'Alep. Depuis longtemps, le chêne liège forme un peuplement de bonne végétation mais suite aux incendies, le peuplement a pris une allure plus disséminée, ce qui a favorisé le développement d'un sous-bois abondant composé de diss, cistes, lentisque, etc.

2.1.2.8. Faune

la faune existante est par ordre d'importance lesanglier, lechacal, legibier sedontaire, le lièvre et lelapin.

2.1.2.9. Milieu socio-économique

La population rurale de la région d'Ouled Mimoun un aspect socio-économique basé sur l'agriculture de montagne, céréaliculture et élevage du cheptel : (bovin : 200 têtes), (Ovin: 1000 têtes) et (caprin: 300 têtes).

2.1.2.10. Influences

La forêt de Zerdeb est sujette à de nombreuses agressions, parmi lesquelles, nous retrouvons l'action anthropique dévastatrice et persistante (coupes illicites, surpâturage, ...) ainsi que plusieurs consécutifs en 1967, 2010 (0,7 ha), 2012 (0,8 ha), 2013 (0,1 ha), 2014 (7 ha) et 2016 (30 ha).

Conclusion

Ce massif représentatif du tell occidental est plus ou moins dégradé, compte tenu de ses caractéristiques climatiques et forestières, des différents aménagements dont il a fait l'objet et de la diversité des pressions anthropiques. Il se caractérise notamment par :

- Un climat de type méditerranéen semi-aride avec des pluies annuelles qui varient de 380 mm à 500 mm. Ces pluies présentent une irrégularité spatio-temporelle et un régime de courte durée et à forte intensité (l'intensité maximale pouvant atteindre 84 mm/h en 30 mn).
- Des formations végétales, dont le chêne-liège, à l'état dégradé en général, caractérisé par de faibles densités de recouvrement jusqu'à moyennes à fortes dans quelques rares endroits et de mauvaises conditions de régénération comme toutes les subéraies méditerranéennes.

2.2. Matériels et méthodes

2.2.1. Matériel utilisé

Le travail sur terrain et l'élaboration des cartes thématiques ont nécessité le matériel suivant :

- Le décamètre pour délimiter les placettes ;
- Le Blum-Leiss pour mesurer la hauteur des arbres ;
- Le mètre ruban pour mesurer la circonférence à 1,30m ;

- Le GPS pour les coordonnées géographiques.
- Logiciel ArcGis ;

2.2.2. Méthodologie

2.2.2.1. Choix et installation des placettes d'étude

Suite à plusieurs prospections sur le terrain et à l'aide de l'outil de télédétection au niveau du bureau de la circonscription d'Ouled Mimoun, six placettes circulaires de 3 à 7 ares ont été mises en place, trois placettes à Zerdeb Nord et les trois autres à Zerdeb Sud (le rayon change de 10 à 15 m en fonction de la densité du peuplement).

2.2.2.2. Détermination des paramètres stationnels

Pour définir les placettes d'étude nous avons déterminé quelques caractéristiques écologiques et forestières qui sont des informations élémentaires : les coordonnées, l'exposition, la pente, l'altitude, la profondeur du sol (à travers les talus), l'épaisseur de la litière, sous-bois, densité, régénération, fréquentation humaine, incendies, diversité floristique.

Tableau 2.5 : Différentes classes des descripteurs écologiques et forestiers des placettes

Descripteurs	Notes
Epaisseur de la litière	1 (< 0,5cm), 2 (0,5 – 1cm), 3 (1 - 2 cm), 4 (> 2cm)
Sous-bois	1 (nul), 2 (réduit), 3 (moyen), 4 (dense), 5 (très dense)
Régénération	1 (aucune), 2 (rare), 3 (moyenne), 4 (forte)
Recouvrement	1 (faible), 2 (moyen), 3 (dense), 4 (très dense)
Fréquentation humaine	1 (nulle), 2 (faible), 3 (moyenne), 4 (forte)
Incendie	1 (absent), 2 (dernier passage visible)
Profondeur du sol	1 (moins profond :<60 cm), 2 (profond :>60 cm)

2.2.2.3. Choix des arbres

Pour pouvoir étudier la dispersion de l'espèce dans la forêt, cinq arbres au niveau de chaque placette ont été choisis et numérotés de 1 à 5 afin de les repérer. A partir du premier arbre repéré, le reste des arbres a été choisi par la méthode du plus proche voisin (Mueller-

Dembois et Ellenberg, 1974), mais ils doivent être représentatifs autant que possible de l'ensemble des arbres de la placette (Bouchaour-Djabeur, 2016).

2.2.2.3.1. Mesure des circonférences

La circonférence des arbres dans chaque placette a été mesurée à 1,30 m par un mètre ruban. Quand la tige est composée de plusieurs brins nous n'avons retenu au le plus gros brin, s'ils sont de même grosseur, nous avons choisi un brin au hasard. Les classes de circonférence : 1 (<12 cm) ; 2 (12,1-24cm) ; 3 (24,1-36 cm) et 4 (>36 cm).

2.2.2.3.2. Mesures des hauteurs

La mesure de la hauteur s'est faite à l'aide du Blume-Leiss. La hauteur totale de l'arabe est définie comme étant la distance comprise entre le pied de l'arbre et son bourgeon terminal. Les classes de hauteur : 1 (<2 m) ; 2 (2-4 m) et 3 (>4 m).

2.2.2.4. Analyses statistiques

Les analyses statistiques dans cette étude ont été réalisées par les logiciels : « Minitab16 », les variables étudiées ont été traitées par des statistiques descriptives ou comparatives par une analyse de la variance à un facteur (ANOVA) suivi d'un test de Tukey au seuil de 5% pour tester les différences significatives entre les paramètres étudiés.

2.2.2.5. Elaboration de la carte de végétation

L'évolution des techniques de cartographie a commencé par l'apparition de la photographie aérienne et ensuite par les images satellitaires, ces derniers couvrent de grands territoires et permettent des analyses régionales. Les images satellitaires offrent plusieurs avantages :

- Ce sont des puissants outils de découverte et d'analyse, et permettent également d'illustrer de manière très précise une enquête.
- Les images peuvent servir à montrer le changement à travers le temps, comme l'érosion du littoral, l'agrandissement d'îles ou la diminution de la végétation.

La méthodologie générale de travail est présentée dans la figure 2.6.

2.2.2.5.1. Traitement d'images satellitaires

La plus part des données satellitaires est enregistrée en format numérique, s'est pourquoi les interprétations et analyses d'images requièrent une partie de traitement numérique. Ce dernier peut recourir à divers procédés dont le formatage et la correction des données, le rehaussement numérique pour faciliter l'interprétation visuelle ou même la classification automatique des cibles et des structures entièrement par ordinateur.

2.2.2.5.2. Données disponibles

2.2.2.5.2.1. Données de télédétection

Pour l'élaboration de la carte de végétation de la forêt de Zerdeb et déterminer les différents peuplements forestiers et suite à nos différentes sorties ainsi que la connaissance préalable des gens de terrain (techniciens forestiers), nous disposons d'une image satellitaire de Google earth pro fournie par la circonscription d'Ouled Mimoun.

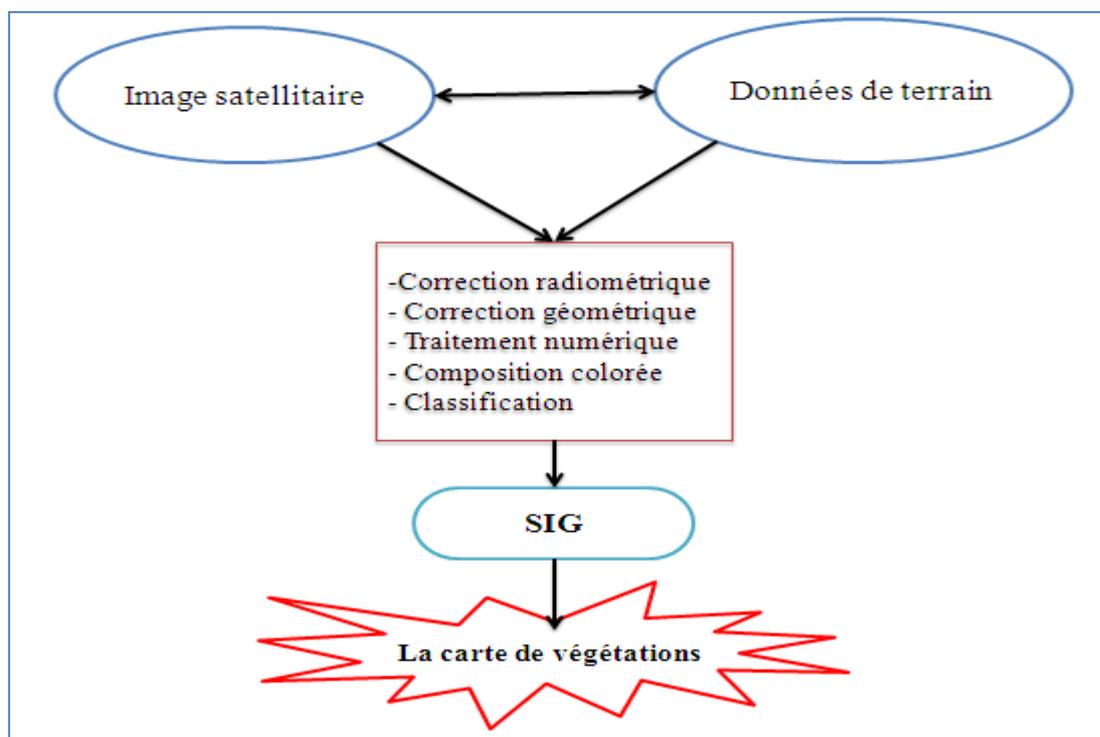


Figure 2.6: Organigramme méthodologique pour l'élaboration de la carte de végétation (Gourari, 2005 modifiée)

2.2.2.5.2.2. Cartes existantes

Pour cette étude nous avons utilisé les cartes suivantes :

- Carte d'Etat-major de la commune d'Ouled Mimoun ;
- Carte d'Etat-major de la commune de Beni Smiel ;
- Carte de la forêt domaniale de Zerdeb.

2.2.2.5.3. Traitement numérique

2.2.2.5.3.1. Création de la composition colorée

La réalisation d'une composition colorée consiste à attribuer à chaque couleur primaire (rouge, vert et bleu) trois bandes spectrales d'un capteur satellitaire. Par synthèse additive, il est possible de reconstituer toutes les couleurs. Cela permet de faciliter l'interprétation des images satellitaires et de mettre en évidence des phénomènes environnementaux.

2.2.2.5.3.2. Classification

La classification est de simplifier la réalité d'un paysage pour faciliter son interprétation, elle consiste à regrouper les pixels similaires sous une classe. Il existe deux grandes familles de techniques de classification d'images :

- La classification non supervisée : elle ne demande aucune connaissance à priori de l'utilisateur. Soit il existe une collection universelle de classes déjà définies indépendamment de l'image, soit le nombre de classes et leurs caractéristiques sont définies automatiquement lors de la classification.
- La classification supervisée : Loin de l'automatisation dont quelques techniques ont déjà été développées, mais dont la mise en œuvre à grande échelle sur des données réelles est difficile, nous nous limiterons ici à une classification supervisée. Celle-ci demande à d'instruire le système en désignant des zones de l'image comme étant des échantillons représentatifs des classes à extraire. La classification est donc précédée d'un apprentissage.

CHAPITRE III
RESULTATS ET INTERPRETATION

3. Résultats

3.1. Description des placettes

Les paramètres stationnels qui décrivent les placettes d'étude sont illustrés dans le tableau 3.1. Les chiffres 1, 2, 3, 4, 5 et 6 représentent les numéros des six placettes d'étude. Pour les deux cantons Zerdeb Nord et Zerdeb Sud, les placettes sont installées à des altitudes comprises entre 1142 et 1260 m et des pentes variant entre 8 et 15% (Fig. 3.1).

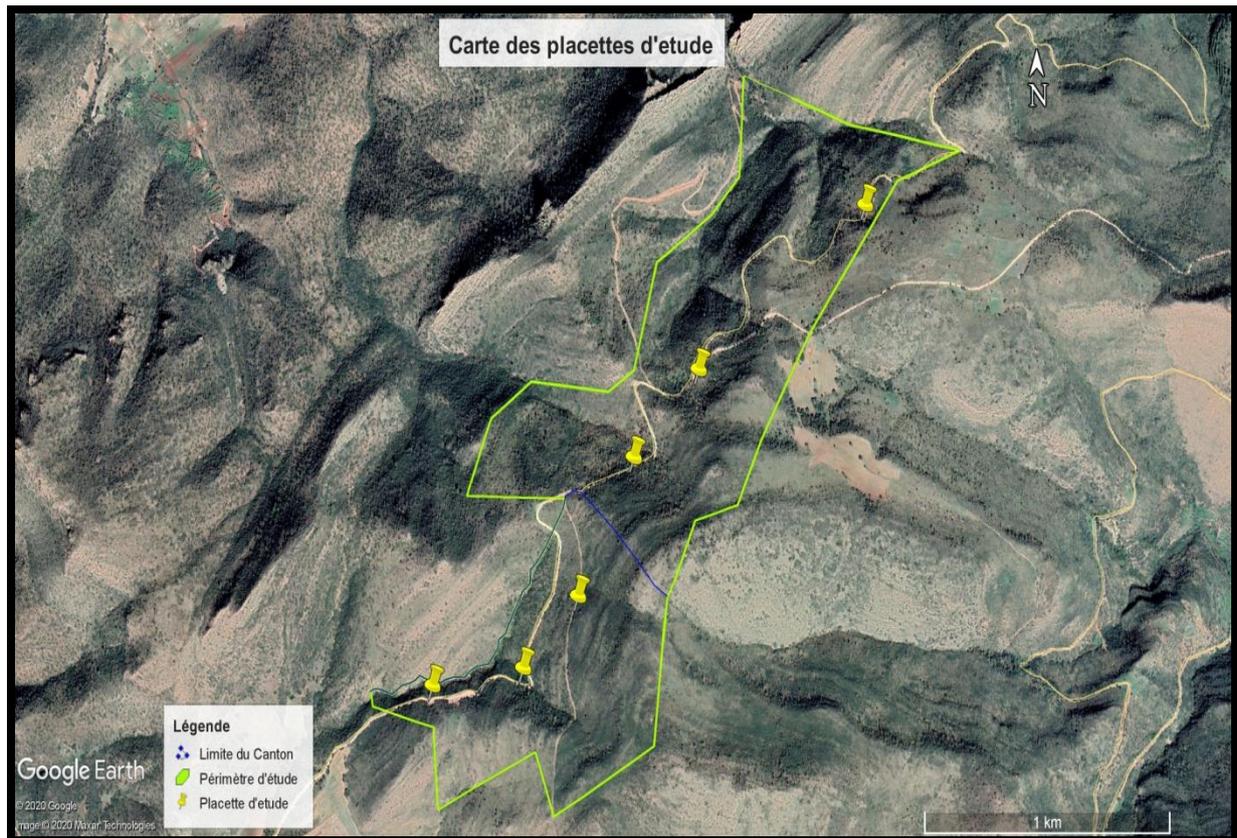


Figure 3.1 : Répartition des placettes d'étude dans la forêt de Zerdeb

Concernant la profondeur de sol et l'épaisseur de la litière, elles sont pratiquement les mêmes dans toutes les placettes étudiées, le sol est très profond et la litière est entre 1,5 cm à Zerdeb Sud et 2 cm à Zerdeb Nord. Le peuplement est mélangé avec le chêne vert, le chêne zeen et l'oxycèdre. La forêt est d'origine naturelle avec un peuplement dense dans certains endroits, particulièrement à Zerdeb Nord.

Le sous-bois est dense, et sur de grandes superficies occupé par le ciste (*Cistus salviifolius* et *Cistus ladanifere*), doum (*Chamaerops humilis*) et diss (*Ampelodesma mauritanicum*). La régénération naturelle est rare à moyenne. La fréquentation humaine est

forte à Zerdeb sud (coupes illicites, ...) (Fig.3.9) avec un pâturage moyen. Les traces des feux de 2012, 2013, 2014 et 2016 sont bien visibles.

La végétation dans les six placettes est presque la même mais très diversifiée (Fig. 3.2):

- ZN1 : chêne liège (*Quercus suber*) Ciste (*Cistus salviifolius*), diss (*Ampelodesmos mauritanicus*), filaire (*Phillyrea angustifolia*), asparagus (*Asparagus plumosus*), chêne zeen (*Quercus faginea*), chêne vert (*Quercus ilex*) et lentisque (*Pistacia lentiscus*) ;
- ZN2 : Chêne vert, chêne zeen, genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*), quelques vieux pied de pin d'Alep (*Pinus halepensis*), lentisque, diss, ciste ladanifère (*Cistus ladaniferus*) et doum (*Chamaerops humilis*) ;
- ZN3 : Chêne vert, chêne zeen, genévrier oxycèdre, chêne kermès (*Quercus coccifera*), l'aubépine (*Crataegus monogyna*), oléastre (*Olea europea*), calicotome (*Calicotome spinosa*), diss, *Cistus salviifolius* et doum ;
- ZS1 : Chêne vert, chêne zeen, chêne kermès, diss, Ciste salviifolius, doum, calicotome, laurier rose (*Nerium oleander*) avec quelques touffes d'Alfa (*Stipa tenacissima*) ;
- ZS2 : Diss, Ciste salviifolius, doum, chêne vert, chêne zeen et chêne kermès ;
- ZS3 : Diss, Ciste salviifolius, doum, chêne vert, chêne zeen, chêne kermès et genévrier oxycèdre.

Tableau 3.1 : Paramètres stationnels des placettes

Paramètres	Zerdeb Nord			Zerdeb Sud		
	ZN1	ZN2	ZN3	ZS1	ZS2	ZS3
Coordonnées	34°51'26.68''N 1°4'43,73''O	34°51'9.44''N 1°4'29,41''O	34°51'0.46''N 1°4'39,16''O	34°50'46.32''N 1°4'55.90''O	34°50'38.67''N 1°4'55.90''O	34°50'36.65''N 1°05'9.86''O
Exposition	Nord	Nord	Nord	Sud	Sud	Sud
Pente	15%	8%	15%	9%	12%	15%
Altitude	1120	1180	1260	1218	1142	1150
Profondeur de sol	2	2	2	2	2	2
Epaisseur de la litière	3	3	3	3	2	2
Sous-bois	4	4	3	3	3	3
Régénération	3	3	2	2	2	2
Densité des arbres	3	3	3	2	2	3
Fréquentation humaine	2	2	3	4	4	4
Incendie	2	2	2	2	2	2



Figure 3.2: Quelques photos de la diversité floristique de la forêt de Zerdeb
a. *Phyllirea angustifolia* b. *Juniperus oxycedrus*, c. *Cistus salviifolius*, d. *Cistus ladaniferus*, e. *Pistacia lentiscus* et f. *Nerium oleander*

(Original)



Figure 3.3 : Vue générale de canton Zerdeb Nord

(Original)



Figure 3.4 : Vue générale de canton Zerdeb Sud

(Original)

3.2. Description dendrométrique des arbres

Nous avons rassemblé les caractéristiques moyennes dendrométriques des arbres-échantillons dans le tableau 3.2. Les valeurs rapportées représentent les moyennes arithmétiques des mesures, associées aux écart-types par la méthode statistique classique.

La circonférence moyenne des arbres des six placettes est comprise entre 12,40 et 34,8 cm. Elle atteint le maximum à ZN2 (60 cm) et ZN3 (48 cm) et le minimum de 6 cm est également à ZN2. Pour les petites valeurs, il s'agit de la régénération. La représentation graphique des circonférences (Fig. 3.5), montre que la moitié des arbres de Zerdeb Nord appartiennent aux deux dernières classes (40 à 60%). ZN2 s'individualise avec 40% d'arbres ayant une circonférence supérieure à 36 cm et la moyenne la plus importante. Cette classe est complètement absente à Zerdeb Sud.

Tableau 3.2 : Statistiques descriptives de la circonférence des arbres dans les 6 placettes

Placettes	Variables	N	Moyenne	Ecartype	Variance	Coeff var.	Minimum	Maximum
ZN1	Circonférences	5	21.60	8.47	71.80	39.23	8.00	29.00
ZN2		5	34.80	20.96	439.20	60.22	6.00	60.00
ZN3		5	28.80	11.56	133.70	40.15	18.00	48.00
ZS1		5	12.40	3.51	12.30	28.28	8.00	17.00
ZS2		5	20.00	8.15	66.50	40.77	14.00	34.00
ZS3		5	16.80	6.72	45.20	40.02	10.00	25.00

Bien que la figure 3.5 montre une certaine hétérogénéité des circonférences à l'intérieur même des placettes, l'analyse de la variance à l'échelle du massif à un critère, indique que la différence entre les arbres de Zerdeb Nord et ceux de Zerdeb Sud n'est pas significative (0,052), étant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil $\alpha = 0,05$ (Tab. 3.3). Le regroupement des circonférences à l'aide de la méthode Tukey (Tab. 3.4 et Fig. 3.6) donne les trois groupes suivants :

- Groupe A pour la placette ZN2 (C = 34,8 cm)
- Groupe B pour la placette ZS1 (C = 12,40 cm)
- Groupe AB pour ZN1, ZN3, ZS2 et ZS3. Les moyennes qui ne partagent pas une lettre sont très différentes

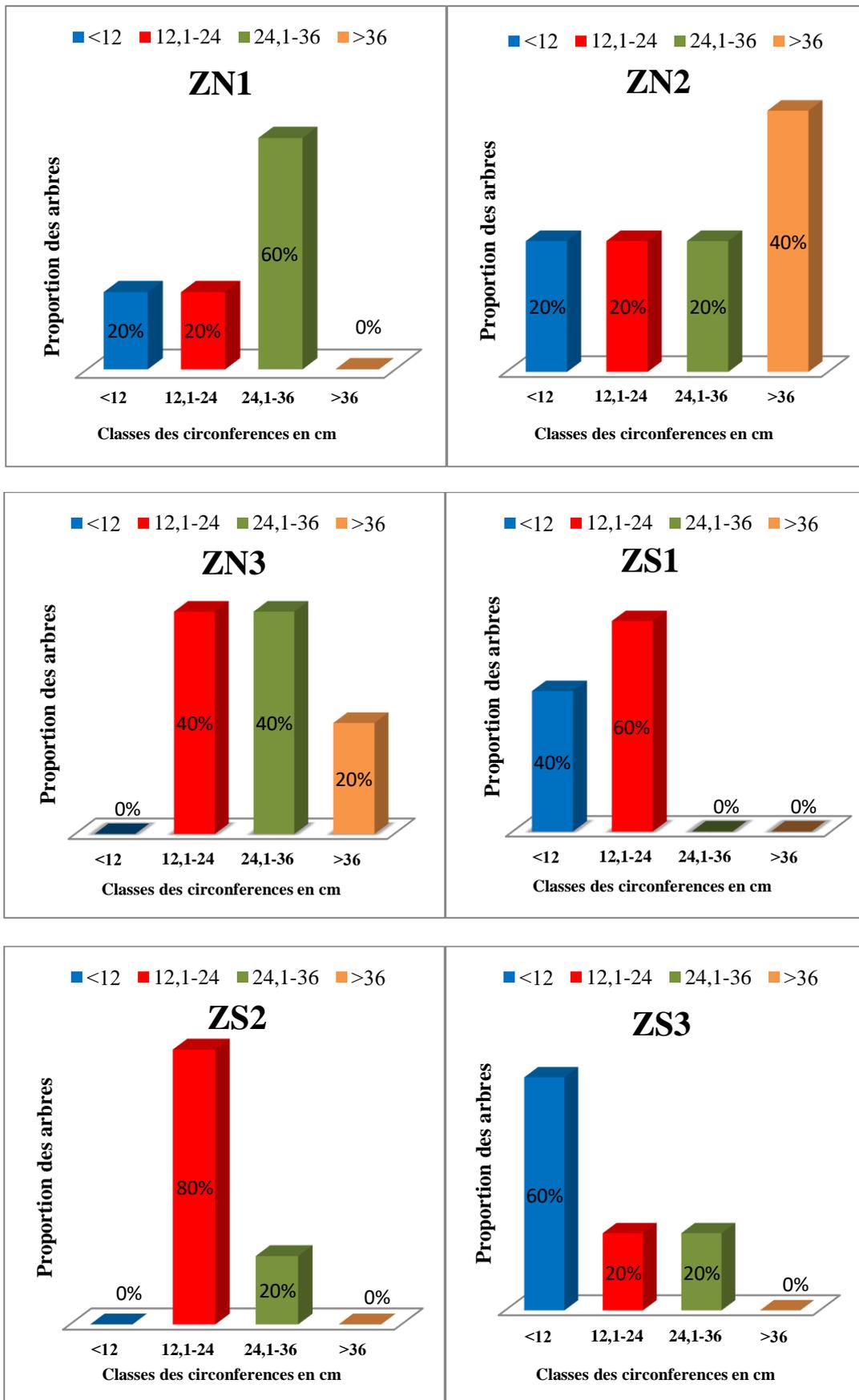


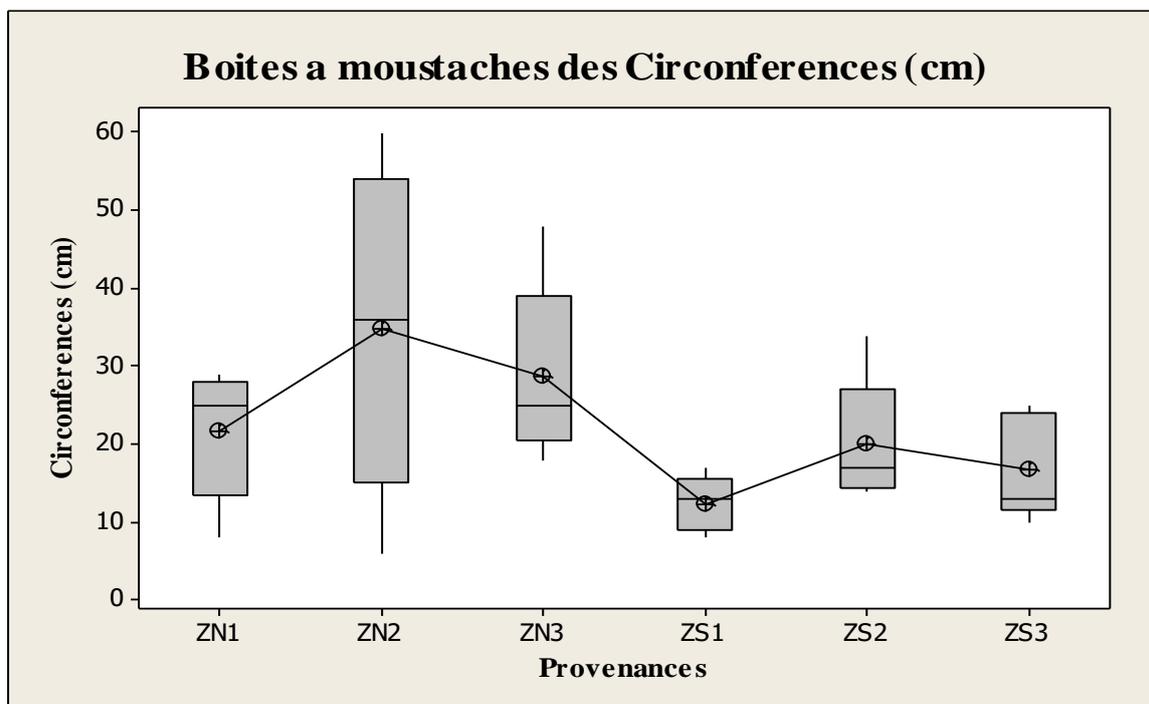
Figure 3.5 : Distribution des classes des circonférences des arbres échantillons

Tableau 3.3 : ANOVA à un facteur contrôlé des circonférences des arbres dans les 6 placettes

Circonférences des arbres en fonction de provenances					
Source	DDL	Somme des carrés	CM	F	p-value
Provenances	5	1662	332	2.60	0.052
Erreur	24	3075	128		
Total corrigé	29	4737			

Tableau 3.4. : Moyennes estimées par le test de Tukey (pour la circonférence des arbres)

Provenances	N	Moyennes	Groupes
ZN2	5	34,80	A
ZN3	5	28,80	AB
ZN1	5	21,60	AB
ZS2	5	20,00	AB
ZS3	5	16,80	AB
ZS1	5	12,40	B

**Figure 3.6 : Effet des placettes sur les circonférences des arbres**

La hauteur totale moyenne des arbres des différentes placettes varie de 1,75 à 3,98 m, avec un maximum de 5,6 m en ZN2 et un minimum de 1,2 m dans la même placette. Leurs distributions en classes de hauteur nous a permis de distinguer que la majorité des arbres à ZN1, ZS1 et ZS3 ne dépasse pas les 4 m (Fig. 3.7).

Tableau 3.5 : Statistiques descriptives de la hauteur des arbres dans les 6 placettes

Placettes	Variables	N	Moyenne	Ecartype	Variance	Coeff var.	Minimum	Maximum
ZN1	Hauteurs	5	2,95	8,47	71,80	34,28	1,35	3,80
ZN2		5	3,98	20,96	439,20	46,21	1,20	5,60
ZN3		5	3,46	11,56	133,70	27,16	2,40	4,90
ZS1		5	1,75	3,51	12,30	24,24	1,25	2,30
ZS2		5	2,54	8,15	66,50	39,43	1,80	4,30
ZS3		5	2,28	6,72	45,20	30,13	1,50	3,10

L'importance des coefficients de variation ($24,24 < CV < 46,21$) ainsi que la taille des boîtes à moustaches indique une différence entre les placettes dans le même contons (Tab.3.5). En effet, l'analyse de la variance à un facteur de la variable « hauteur » en fonction des provenances enseigne que la différence de ce paramètre est significative entre individus de canton Nord et canton Sud (0.037). La comparaison des moyennes avec la méthode de Tukey (Tab.3.7 et Fig.3.8), donne les groupements suivants :

- Groupe A pour la placette ZN2 (C = 3,98 m)
- Groupe B pour la placette ZS1 (C = 1,75 m)
- Groupe AB pour ZN1, ZN3, ZS2 et ZS3. Les moyennes qui ne partagent pas une lettre sont très différentes

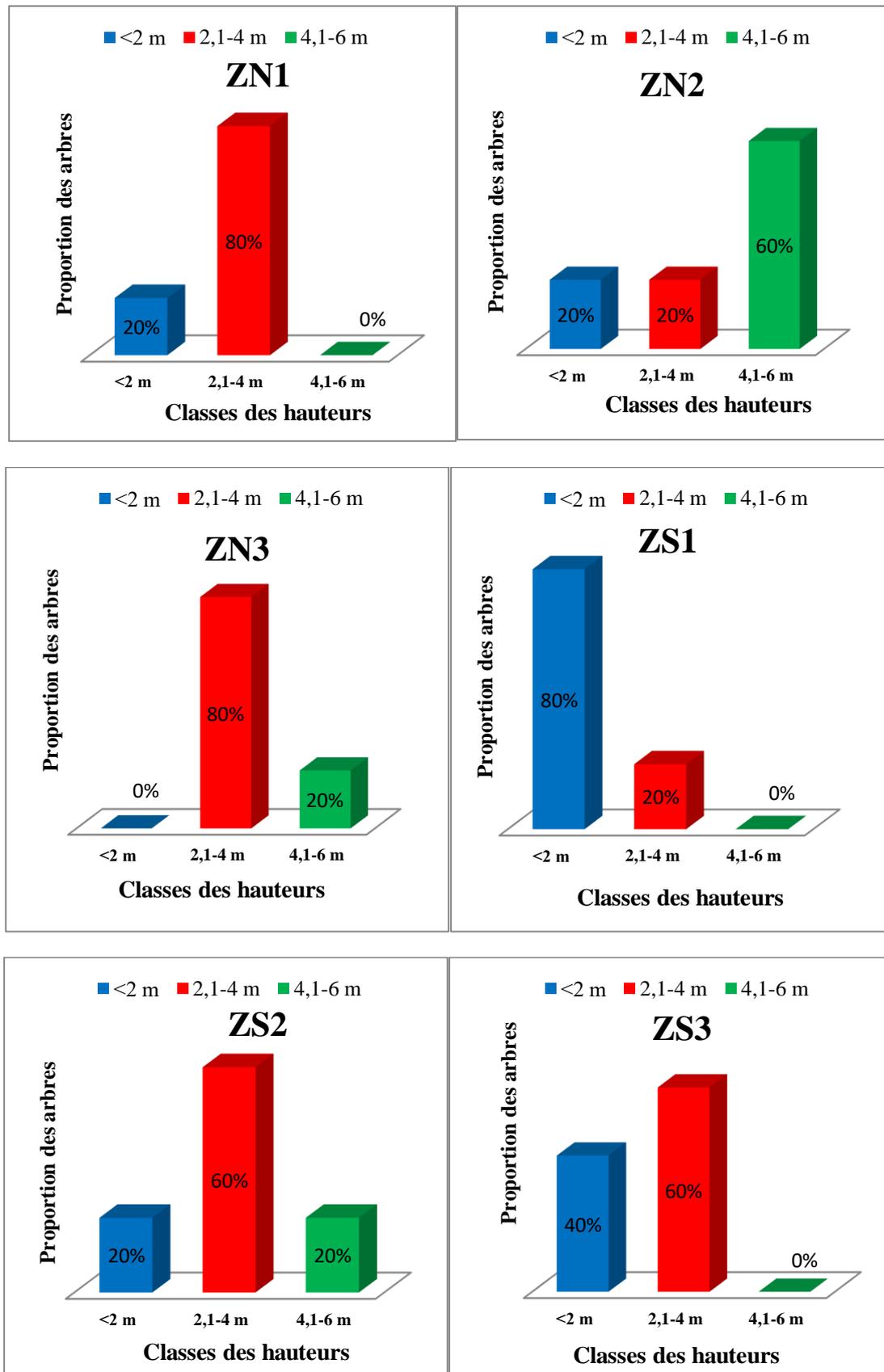


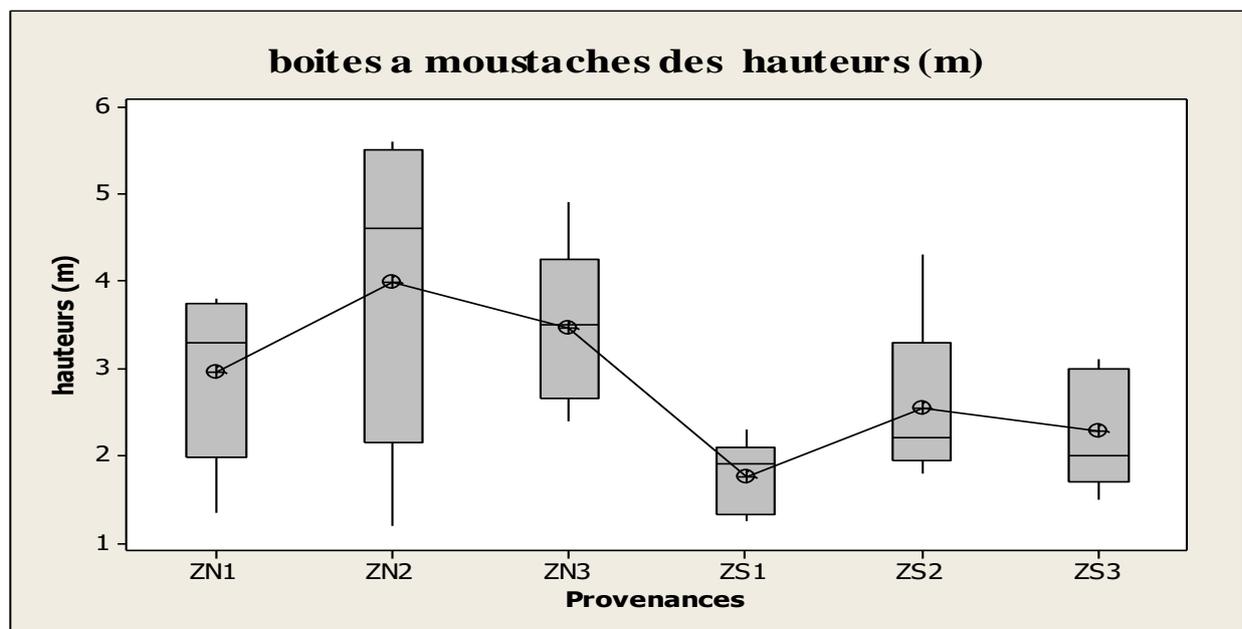
Figure 3.7 : Distribution des classes des hauteurs totales des arbres échantillons

Tableau 3.6 : ANOVA à un facteur contrôlé des hauteurs des arbres dans les 6 placettes

Hauteurs des arbres en fonction des provenances					
Source	DDL	Somme des carrées	CM	F	p-value
Provenances	5	16,43	3,29	2,84	0,037
Erreur	24	27,77	1,16		
Total corrigé	29	44,20			

Tableau 3.7. : Moyennes estimées par le test de Tukey (pour la hauteur des arbres)

Provenances	N	Moyennes	Groupes
ZN2	5	3,98	A
ZN3	5	3,46	AB
ZN1	5	2,95	AB
ZS2	5	2,54	AB
ZS3	5	2,28	AB
ZS1	5	1,75	B

**Figure 3.8 : Effet des placettes sur les hauteurs des arbres des arbres**

3.3. Etat de végétation

Bénéficiant d'un bioclimat semi-aride, la forêt domaniale de Zerdeb abrite également une subéraie marginale, ce qui rend intéressant d'initier la flore accompagnatrice du chêne-liège se trouvant à la limite de son aire de répartition.

L'élaboration de la carte de végétation de la forêt domaniale de Zerdeb (Fig. 3.10) fait ressortir cinq principales formations citées comme suite et par ordre d'importance d'un point de vue surfacique :

1. La plus grande surface est occupée par le chêne-liège incendiée plusieurs fois.
2. En deuxième place viennent les maquis et les broussailles au Nord et au Sud-est.
3. A l'Est, on a les maquis de chêne vert et Thuya.
4. Puis les reboisements de pin d'Alep au Nord.
5. Et les reboisements d'Eucalyptus au-dessus des reboisements de pin d'Alep (Nord).

La description précédente des placettes nous a permis de distinguer l'état de végétation dans le périmètre d'étude. Pour les placettes installées dans le canton Zerdeb Nord, la végétation de la strate arborée est peu dense. Particulièrement le chêne zeen et le chêne vert sont omniprésents avec le chêne-liège. Celle de la strate arbustive est dense avec un taux de recouvrement qui peut atteindre 60 à 70 suivants les endroits. Les signes de passage du dernier feu sont bien apparents, ce qui a favorisé la régénération qui est moyenne à forte (dans quelques endroits) et qui a besoin d'intervention humaine pour pouvoir la contrôler et assurer son succès. Le Diss dans certain endroit occupe de grandes surfaces. Le bioclimat semi-aride favorise l'introduction de touffes d'alfa (*Stipa tenacissima*).

Concernant les trois placettes installées dans le canton Zerdeb Sud, il est lisible que le couvert végétal est moins dense que celui de Zerdeb Nord, encore pour la régénération, elle est considérée comme rare. La biodiversité est pratiquement la même avec des différences au niveau des paramètres dendrométriques ou en densité. Il est à noter que l'alfa est plus visible dans ce canton.

Pour les deux cantons la végétation est très développée dans les dépressions. Les coupes illicites de liège sont très fréquentes induisant un grand problème dans la région (Fig 3.9). Elles exposent l'arbre à nombreuses maladies, et affectent ses performances pour la fabrication de liège ultérieurement.

L'arbousier se montre plus ou moins en bon état dans le canton Nord par rapport au canton Sud avec un taux de recouvrement de 25 à 50 % selon les cantons. De même que pour la régénération naturelle qui est plus considérable. Nous avons remarqué que la même observation s'applique également au chêne-liège. C'est pourquoi la répartition de l'arbousier dans la forêt est toujours liée à celle du chêne-liège. La détermination de l'aire de répartition de l'arbousier nous informe sur celle du chêne-liège. Donc c'est la même dynamique qui contrôle l'évolution des deux espèces et les mêmes conditions qui agissent sur leur présence et leur état.

Si l'on prend en considération l'histoire de la région, le changement du climat et les incendies répétés dont la forêt a été témoin, nous pourrions comprendre que l'espèce était dans un meilleur état que ce que nous voyons maintenant, ce qui signifie que même son aire de répartition a été influencée par ces perturbations, elle est donc plus restreinte que ce qu'elle était.



**Figure 3.9: Dégât causé par les coupes illicites de liège
(Zerdeb Nord, Original)**

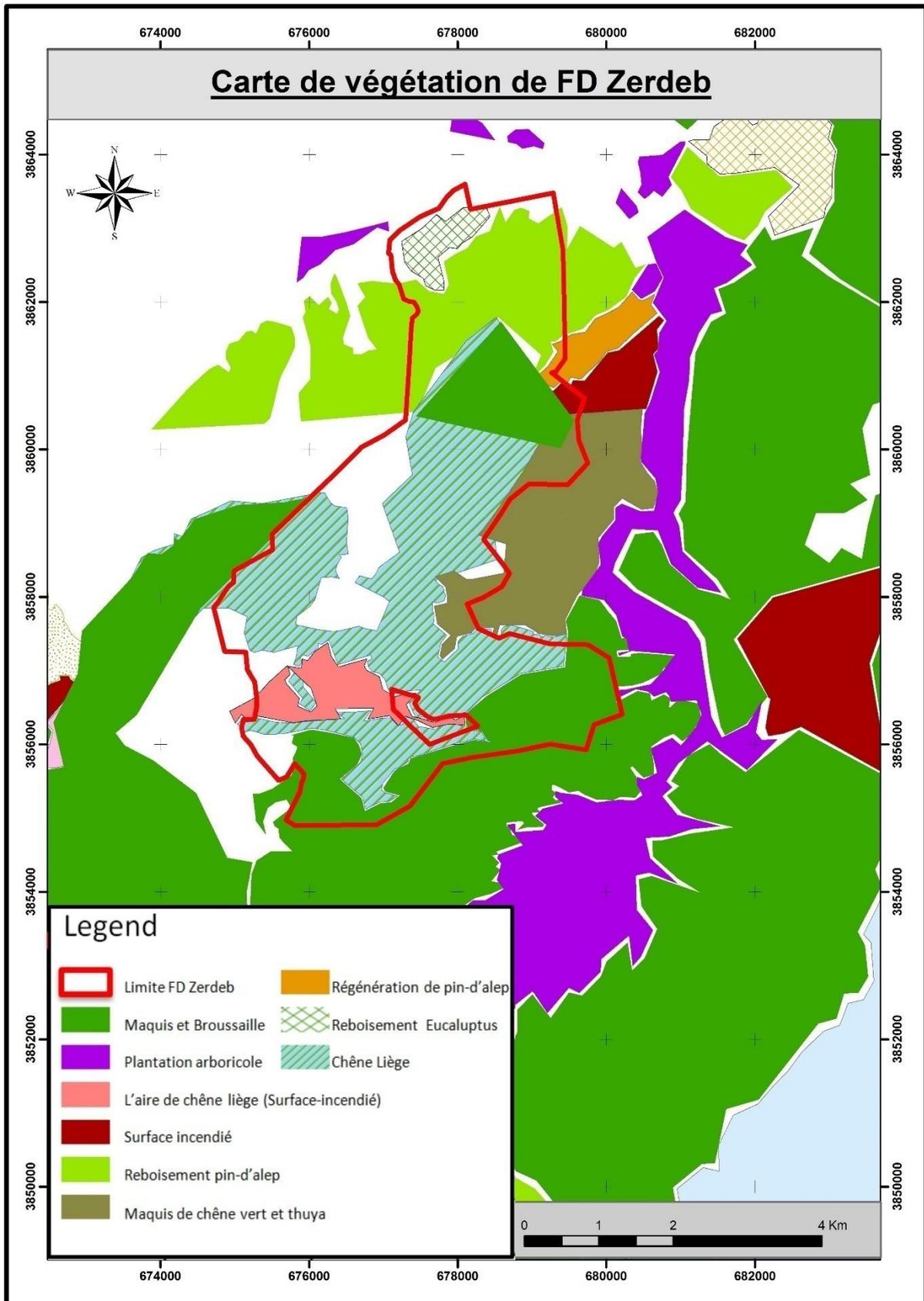


Figure 3.10 : Carte de végétation de la forêt domaniale de Zerdeb

**CONCLUSION GENERALE ET
PERSPECTIVES**

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

A l'instar des forêts méditerranéennes, les subéraies offrent une importante richesse spécifique tant au niveau de la faune que de la flore. Cette dernière représente une grande source de biens et de services pour les populations. L'arbousier qui est l'une des espèces accompagnatrices du chêne-liège a été connue depuis longtemps par ses usages multiples. Presque toute la plante est utile (le fruit, les feuilles, la tige et le bois), et dans différents domaines (alimentaire, huile essentielle, médecine traditionnelle, médecine industrielle etc.). C'est pourquoi il a fait l'objet de plusieurs recherches scientifiques, même le produit de base de quelques entreprises. Il est considéré tant qu'un patrimoine naturel que culturel.

Cette espèce est bien représentée dans le tell Algérien, mais on peut la retrouver également en dehors ou bien à la limite de son aire de répartition normale comme la forêt domaniale de Zerdeb. En outre, l'intérêt de cette étude réside d'une part dans l'existence de l'arbousier dans les deux cantons Zerdeb Nord et Zerdeb Sud alors qu'il est absent au troisième canton (Miez); et d'autre part dans le recouvrement végétal qui représente 25-50 % selon les cantons et selon les endroits.

L'existence de cette espèce dans cet étage bioclimatique semi-aride et avec toutes les perturbations actuelles, est un défi. Elle survit malgré toutes les agressions tant climatiques qu'anthropiques, aussi bien sur l'espèce dominante qu'est le chêne-liège que sur les autres espèces accompagnatrices.

A l'issue de ce travail, il en ressort que le peuplement est dense dans certains endroits, particulièrement à Zerdeb Nord. Il est mélangé avec le chêne vert, le chêne zeen et l'oxycèdre. Le sous-bois est dense aussi, et sur de grandes superficies occupé par le ciste (*Cistus salviifolius* et *Cistus ladanifere*), doum (*Chamaerops humilis*) et diss (*Ampelodesma mauritanicum*). La régénération naturelle est rare à moyenne. La fréquentation humaine est forte et les traces des feux à répétition sont bien visibles.

L'étude dendrométrique, montre que d'une manière générale, les deux peuplements présentent des structures irrégulières et très déséquilibrées. A Zerdeb Nord, toutes les classes d'âge (de circonférence) sont présentes avec une prédominance de vieux sujets. Le peuplement de Zerdeb Sud se montre plutôt plus jeune. En effet, les proportions les plus importantes des deux classes de hauteur et de circonférence (<2 m et <12 cm, respectivement) se rencontrent au niveau du canton Sud. La régénération est donc plus importante à Zerdeb Sud. A travers l'analyse de la variance à un facteur contrôlé et à grande échelle, la

circonférence affiche une différence non significative entre les deux cantons (0,052) alors que la boîte à moustache et le test de Tukey exposent une différence entre les arbres des différentes placettes et les rassemblent en plusieurs groupes. Pour le paramètre hauteur, la différence est significative (0,037).

Bien que les six placettes appartiennent à la même forêt et pratiquement ont les mêmes caractéristiques naturelles, on peut lier cette variabilité au degré de perturbation témoigné par chaque canton ou bien par chaque placette (incendies, surpâturage, coupes illicites, etc.).

La carte de végétation élaborée a permis de définir cinq formations distinctes :

- le chêne-liège,
- les maquis et les broussailles,
- les reboisements d'eucalyptus,
- les maquis de chêne vert et thuya,
- les reboisements de pin d'Alep.

Cette combinaison est considérée très unique surtout dans cet étage bioclimatique qu'est le semi-aride. Et avec toutes les perturbations déjà citées, maintenir cette diversité ou la développer devient pratiquement chimérique sans une approche intégrée basée sur la mise en valeur socioéconomique des espèces valorisables.

Compte tenu des recherches bibliographiques et des résultats obtenus, il convient de mettre en œuvre une stratégie mûrement réfléchie et intégrée dans un plan de rentabilisation et de protection qui va diminuer la pression sur les espaces naturels en multipliant dans toutes les actions de boisement ou de reboisement, les espèces valorisables qui rejettent de souche pour encourager le taillis sous futaie et en introduisant des espèces feuillues sous toutes les futaies résineuses, notamment lorsque le sous-bois est faiblement représenté et que la densité n'est pas élevée.

Benabdeli (2011) confirme à ce sujet, que la rentabilité qu'offrent les plantes médicinales dans les écosystèmes forestiers est certaine et doit être un axe économique qu'il faut exploiter à condition que toutes les mesures d'accompagnement soient respectées et qui restent des préalables tant techniques que scientifiques indispensables pour assurer la protection d'un patrimoine végétal sérieusement menacé. Plus de 200 espèces végétales naturelles se développant dans nos formations forestières offrent un intérêt médical.

Cette stratégie de conservation et de développement de l'arbousier nous incite également à :

- Aider la régénération naturelle par la régénération artificielle (sachant que la régénération de l'arbousier est difficile par graine, il est préférable de faire des boutures) ou favoriser le rejet de souches.
- Etendre et protéger le chêne-liège parce que l'arbousier lui est lié directement.
- La mise en défens des endroits les plus endommagés par les différentes influences (surpâturage, incendie) pour les restaurer.
- Développer les moyennes de prévention et lutte contre les feux de forêt pour minimiser les perturbations qui en résultent.
- La sensibilisation de la population par l'importance de cette espèce et ses bienfaits est toujours utile.
- Encourager les investissements sur l'arbousier. En effet le développement des techniques d'analyse chimiques a permis de révéler qu'une espèce végétale peut renfermer des milliers de constituants phytochimiques, ce qui justifie scientifiquement l'utilisation traditionnelle de ces plantes.

Références bibliographiques

- Abass-Aksil T., 2015.** Caractérisation physico-chimique du fruit de l'arbousier (*Arbutus unedo* L.) du nord Algérien et de la datte (Mech-Degla). Thèse de doctorat Faculté des Sciences. Université M'hamed Bougara-Boumerdes. 99 p.
- Abdi S-M, 2014.** Contribution à l'étude de la gestion des risques d'incendies de forêts dans la Wilaya de Tlemcen. Master en foresterie, Université Aboubekr Belkaid Tlemcen. 69 p.
- Alarcão-E-Silva M. L. C. M. M., Leitão A. E. B., Azinheira H. G. and Leitão M. C. A., 2001.** The Arbutus Berry: Studies on its Color and Chemical Characteristics at Two Mature Stages. *Journal of food composition and analysis* 14 : 27-35
- Amandier L., 2002.** La suberaie : biodiversité et paysage. Colloque. 6p
- Arbadi R., Bacciu V., Benkheira A., Bouazzaoui A., Bouzid B-W., Brachemi O., Ziani C.S-M., Ghouari N., Salis M. et Tefiani W., 2018.** Réduction d'échelle et modélisation climatique avec une application à la gestion des forêts en Algérie. Le projet climasouth. 57 p.
- B.N.E.D.R. 2008.** Rapport sur la caractérisation des formations forestières de la wilaya de Tlemcen. 19 p.
- Belfekih F., El Yahyaoui O., Chleh M., Ould Abdellahi L., Sammama A., Lrhorfi L. and Bengueddour R., 2017.** Phytochemical screening of *Arbutus unedo*. *American Journal of Innovative Research and Applied Sciences*, 5(3): 237-245.
- Benabdeli K., 1998.** Réflexions sur les possibilités et les contraintes de valorisation des espèces végétales naturelles à vertus médicales en Algérie. Séminaire national sur les plantes médicinales. Sidi Bel Abbes le 15 novembre 1998.
- Benabdeli K., 2010.** Quelques réflexions sur la stratégie de gestion durable de la biodiversité dans le bassin méditerranéen : rôle de l'identification de seuils de perturbation acceptable des écosystèmes. Colloque international sur la gestion et la préservation de la biodiversité continentale dans le bassin méditerranéen. Tlemcen 11 au 13 octobre 2010.
- Benhouhou S., 2005.** *Arbutus unedo*. In: A guide to medicinal plants in north Africa. Gráficas La Paz, Torredonjimeno, Jaén, Spain. pp 37-38.
- Bensabeur K., 2009.** Contribution à l'étude chimique des huiles essentielles des feuilles et des tiges d'*Arbutus unedo* L. mémoire de master en Bio Organique Et Thérapeutique Fac. Des sciences Depart. De chimie Univ. Abou Bekr Belkaid Tlemcen. 54 p.

- Berry A. et Miellet P., 1999.** Systemes d'information géographique : dossier documentaire. Centre de documentation de l'urbanisme. 243 p.
- Bizouard P. et Favier J-C., 1962.** Contribution à l'étude de la valeur nutritive de quelques plantes naturellement abondantes en Corse.Extrait de la revue « corsehistorique », 8 :3-14.
- Botineau M., 2010.** Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs. Ed TEC & DOC, Lavoisier. 1329 p.
- Bouchaour-Djabeur S, 2016.** Incidence de la qualité des glands sur régénération du chêne-liège : cas des forêts oranaises (Algerie). Thèse. Dep. Forest. Fac. Sci. Univ. Tlemcen, 360 p.
- Boughalem M., Mazour M. et Maachou B., 2015.** Aménagement sylvo-pastoral de la suberaie de Zerdeb. In : Les actes du Med Suber 1 : 1ère Rencontre Méditerranéenne Chercheurs-Gestionnaires-Industriels sur la Gestion des Suberaies et la Qualité du liège. Les 19 et 20 octobre, Université de Tlemcen, pp 118-123.
- Boussalah N., Boussalah D., Cebadera-Miranda L., Fernández-Ruiz V., Barros L., Ferreira I.C.F.R., Cortes Sanchez Mata M. and. Madani K., 2018.** Nutrient composition of Algerian strawberry-tree fruits (*Arbutus unedo* L.). *Fruits* 73(5) : 283–297.
- Boutherin D. et Bron G., 2013.** Multiplication des plantes horticoles 3 édition. Mélanie Kuchaczyk. pp 6-65.
- Bouzi K., 2015.** Contribution à l'étude des options de valorisation de l'espèce *Arbutus unedo* L. dans l'Ouest Algérien. Thèse de doctorat Université Djillali Liabés de Sidi Bel-Abbés Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie Département des Sciences de l'Environnement.168 p.
- Brosse J., 2005.** Larousse des arbres, dictionnaire des arbres et des arbustes. Canale en Italie. 576 p.
- Bruniau A-S., 2015.** Démarche nationale pour une production certifiée : d'arbres et d'arbustes d'origine locale. Récolte et mise en culture des principales espèces. 94 p.
- Calixto J-B., 2005.** Twenty-five years of research on medicinal plants in Latin America: A personal view. *Journal of Ethnopharmacology* 100: 131 - 134.
- CAUE 77 - Arboretum de la Petite Loiterie.** Petits Arbres. pp 65-68.

- Celikel, G., Demirsoy, L. and Demirsoy, H. 2008.** The strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) selection in Turkey. *Scientia Horticulturae*, 118 : 115-119.
- Cornu D. et Boulay M., 1986.** La multiplication végétative techniques horticoles et culture in vitro. R .F.F. pp 60-68.
- Deepdale Trees, 2015.** *Arbutus unedo* : Strawberry Tree. 2p.
- Denis A., 2016.** Travaux pratiques sur les systèmes d'information géographique (SIG) : initiation à arcgis. arlon campus environnement, belgique. 94p.
- Deshayes M. et Chery J-P., 2000.** SIG, définitions et contraintes de mise en place. *Systèmes d'information, informatique et forêt méditerranéenne*, 1 : 67-69.
- Didi A., 2009.** Etude de l'activité antioxydante des flavonoïdes de *l'Arbutus unedo* et du *Dapline gaidium* L. de la région de Tlemcen. Mémoire de Magistere UNIV.Aboubekr Belkaïd-Tlemcen Fac. des sciences Depar. de biologie moleculaire et cellulaire. 128p.
- Doukani K. et Tabak S. 2014.** Profil Physicochimique du fruit "Lendj" (*Arbutus unedo* L.).*Nature & Technologie ».Sciences Agronomiques et Biologiques*, 12 : 53 -66
- Duclaux A., 2014.** Support de formation et d'initiation aux systèmes d'information géographique SIG appliqués à la gestion de l'éclairage public. *Coopération Municipale Gouvernance locale et participative au Maghreb*. 80 p.
- El Haouari M. López J. Mekhfi H. Rosado J. et Salido G., 2007.**Antiaggregant effects of *Arbutus unedo* extracts in human platelets. *Journal of Ethnopharmacology*, 113, pp. 325-331.
- Ershad A., 2020.** Geographic Information System (GIS): Definition, Development, Applications & Components. Department of Geography, Ananda Chandra College, Jalpaiguri-735101, India. 12 p.
- Faïda R., Aabdousse J., Boulli A., Bouda S. and, Wahid N., 2019.**Ethnobotanical uses and distribution status of *Arbutus unedo* in Morocco. *Ethnobotany Research & Applications*. PP 1-12.
- Fatmi H., 2014.** Diagnostic préliminaire de la régénération naturelle des peuplements du chêne liège (*Quercus suber*) dans la forêt domaniale de Zerdab(sud-est de Tlemcen). Mémoire d'ingénieur d'état en foresterie, université Abou Bakr Belkaid-Tlemcen. 52 p.
- Férard PH.2003.** *Arbutus unedo* L. expose du 25 octobre au 23 novembre des photographies de Paulette Moreau : *Nature "RÉEL ETIMAGINAIRE"*.1256.
- Forêt modèle de Provence, 2017.** Fiche technique de l'arbousier. 2p.

Ghezlaoui S. M. B. D. et Benabadji N, 2018. La végétation des monts de Tlemcen (Algérie). Aspect phytoécologique. Bot. complut. 42 : 101-124.

GIEC., 2013. Glossaire. In: Changements climatiques 2013: Les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, États-Unis d'Amérique, pp 185- 204.

Godinho-Ferreira P.G., Azevedo A.M. & Rego, F. 2005. Carta da tipologia florestal de Portugal Continental. Silva Lusitana, 13: 1-34.

Gomes F et Canhoto J.M., 2009. Micropropagation of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) from adult plants. In Vitro Cellular & Developmental Biology. 45:72–82.

Gomes F., 2011. Strategies for the improvement of *Arbutus unedo* L. (strawberry tree): in vitro propagation, mycorrhization and diversity analysis. Departamento de Ciências da Vida, Universidade de Coimbra. 208 p.

Gourari B., 2005. Intégration des données multi : sources dans un système d'information géographique (SIG) pour l'inventaire et l'aménagement forestier de la forêt des sdamas chergui (Tiaret). pp 11-16.

Gratani L et Crescente M-F., 1997. Phenology and leaf adaptive strategies of Mediterranean maquis plants. *Ecologia mediterranea* 23 (3/4) : 11-19.

Hammami I. Jellali M. Ksontini M. et Rejeb M., 2005. Propagation of the strawberry tree through seed. *Int J Agric Biol* 7:457–459.

Harris, 2015. Introduction to ENVI Analytics. Exelis Visual Information Solutions, Inc., a subsidiary of Harris Corporation. 225 p.

Hortis, 2006. Le bouturage de rameau défeuillé. Multiplication végétative, Ed Educagri. 2 p.

Isbilir S-S., Orak H-H., Yagar H. and Ekinçi N., 2012. Determination of antioxidant activities of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) flowers and fruits at different ripening stages. *Hortorum Cultus* 11(3) : 223-237.

Joliveau T., 1996. Gérer l'environnement avec des S.I.G. Mais qu'est-ce qu'un S.I.G. ? Managing environment with G.I.S. But what is a G.I.S. ?. In: *Revue de géographie de Lyon. Système d'information géographique et gestion de l'environnement*, 2(71). 101-110.

Lavisci P., Janin G. et Uzielli L., 1989. Qualité du bois de six essences du maquis méditerranéen. *Forêt méditerranéen*, 1 : 69-78.

Lejeune P. et Rondeux J., 1999. Les nouveaux outils de l'aménagement forestier : l'exemple des systèmes d'information géographique. Rev. For. Fr. LI. pp 169-184.

Lhuillier A., 2007. Contribution a l'étude phytochimique de quatre plantes malgaches: *agauria salicifolia* hook.f ex oliver, *agauria polyphylla* baker (ericaceae), *tambourissa trichophylla* baker (monimiaceae) et *embelia concinna* baker (myrsinaceae).

Maire M et Bourlion N, 2016. Forêts méditerranéennes : Un pas de plus vers une meilleure reconnaissance de leur valeur économique et sociale et vers une gouvernance participative et territoriale renforcée. Plan Bleu, 22 p.

Marston A. L. M. and Hosttemann K., 2003. Triterpenoid saponins from the roots of *Silene cucubalus*. Fitoterapia 74: 237 - 241.

Mazour M., 2004. Etude des facteurs de risque du ruissellement et de l'érosion en nappe et conservation de l'eau et du sol dans le bassin versant de l'Isser. Tlemcen. Thèse de Doctorat, Université de Tlemcen, 184p.

Miguel M., Faleiro M., Guerreiro A. and Antunes M., 2014. *Arbutus unedo* L.: Chemical and Biological Properties. Molecules, 19 : 15799-15823.

Molina M., Pardo-de-santayana M., Aceituno L, Morales R and Tardío J., 2011. Fruit production of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) in two Spanish forests . Forestry, 4(84) : 419 -429.

Mount D., 2015. The Pink-Flowered Strawberry Tree. Off the Beaten Path: Hidden Treasures of the Arboretum ,The Pink-Flowered Strawberry Tree. pp 10-12.

Mueller-Dembois D. et Ellenberg H, 1974. Aims and Vegetation Ecology. Vegetation

Naceiri Mrabti H., Marmouzi I ,. Sayah K., Chemlal L., El Ouadi Y., Elmsellem H., Cherrah Y. and Faouzi A., 2017. *Arbutus unedo* L aqueous extract is associated with in vitro and in vivo antioxidant activity. JMES, 8 (1) : 217-225.

Newman D.J., Cragg G.M. et Snader K.M., 2000. The influence of natural products upon drug discovery. Natural Product Report 17: 215 - 234.

Poupineau M-C., 2012. La multiplication, la division ... végétales. Atelier pratique – le livret N° 8. 54 p.

Quezel P. et Santa S., 1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome I, C.N.R.S. Paris.

Raffin R., 2003. Extrait du compte rendu du voyage d'études chez Anne Marie Lavaysse le 10 Novembre organisé par Pierre Masson. 4 p.

Rathcke, B. and Lacey E. P., 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics 16: 179-214.

Ribeiro M., Piotti A., Ricardo A, Gaspar D, Costa R., Parducci L., and Vendramin G., 2017. Genetic diversity and divergence at the *Arbutus unedo* L. (Ericaceae) westernmost distribution limit. *PLoS One*, 12(4): 15.

Richard W., 2013. Nouvelle stratégie de fonctionnalisation de surfaces d'électrodes à base de sels de diazonium : application aux capteurs à antioxydants. Thèse de Doctorat de l'Université de Toulouse en Génie des Procédés et de l'Environnement. 267 p.

Sandor F., 2007. Vegetative propagation techniques. Roots of Peace, Afghanistan. 38 p.

Santiso X., 2015. Genetic structure and geographic variation in ecophysiological traits of *Arbutus unedo* L. Doctoral Thesis, universidade de santiago de compostela, Facultade de bioloxía, Departamento de bioloxía celular e ecoloxía Área de ecoloxía. 244 p.

Sbay H. et Lamhamedi M-S., 2015. Guide pratique de multiplication végétative des espèces forestières et agroforestières : Techniques de valorisation et de conservation des espèces à usages multiples face aux changements climatiques en Afrique du Nord. Royaume du Maroc Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification, Centre de recherche forestière, 124 p.

Schwartz D-M., 2003. Phenology: an integrative environmental science. Kluwer academic publishers. 564 p.

Scortichini, M 1986. Il mirto. *Rivista di frutticoltura e di ortofloricoltura*, 48:47-53.

Segrestin J, 2018. Intégration de la phénologie et de la défense mécanique dans l'espace phénotypique des plantes. Thèse de doctorat de l'Université de Montpellier En biologie des populations et écologie. 185 p.

Soro A. and Paxton R., 1999. The strawberry tree: a significant source of nectar around the Mediterranean basin. *Bee World* 80(3): 140–144.

Stevens P. F., 1978. Arbutus L. In Flora of turkey and the East Aegean Islands. Edinburgh University Press, Edinburgh, 6: 99-100.

Torres, J.A., Valle, F., Pinto, C., Garcia-Fuentes, A., Salazar, C. and Cano, E. 2002. *Arbutus unedo* communities in southern Iberian Peninsula mountains. Plant Ecology, 160: 207-223.

Site web :

<https://www.systemed.fr/allees-paysagisme-jardinage/bouturage-rameaux,8922.html#>

<https://resources.arcgis.com/fr/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>

https://www.rst2.org/ties/GENTTOOLS/comp_gis.html

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد حالة وتوزيع الأنواع المصاحبة لبوط الفلينية، ولاسيما شجرة اللنج في منطقة هامشية من غابة الفلين: الغابة الوطنية زردب. لهذا ، تم إنشاء ست قطع أرض: ثلاث في زردب شمالية وثلاث أخرى في زردب الجنوبية ، مع خمس أشجار لكل منها تم وصف المعالم الثابتة للقطع الست وقياس ارتفاعات ومحيط 30 شجرة. وباستخدام برنامجي ArcGis و Google earthpro قمنا بتطوير خريطة الغطاء النباتي المتعلقة بمنطقة الدراسة مع إبراز التكوين الرئيسي للغابات.

تظهر دراسة قياس الأشجار بشكل عام أن كلا المجموعتين لهما هيكل غير منتظمة وغير متوازنة للغاية. في زردب الشمالية ، جميع الفئات العمرية (المحيط) موجودة مع غلبة الموضوعات القديمة. اقليم زردب الجنوبي يظهر أكثر شباباً.. الفرق بين الاقليمين ليس معنوياً بالنسبة للمحيط (0.052) وكبير (0.037) بالنسبة الارتفاع. على الرغم من أن القطع الارضية الست تنتمي إلى نفس الغابة ولها نفس الخصائص الطبيعية عملياً ، يمكن ربط هذا التباين بدرجة الاضطراب التي يشهدها كل اقليم أو كل قطعة أرض (حرائق ، رعي جائر ، قطع غير قانوني ، إلخ). أتاحت خريطة الغطاء النباتي المفصلة تحديد خمسة تكوينات متميزة: البوط الفليني ، الأحرش، وإعادة تشجير الأوكالبتوس ، البوط الأخضر والعرعار ، وإعادة تشجير الصنوبر .

الكلمات المفتاحية: *Arbutus unedo* ، بستان الفلين الهامشي ، زردب ، ، النباتات المصاحبة ، الاقليم الشمالي والجنوبي.

Résumé

Cette étude vise à déterminer l'état et la répartition de la flore accompagnatrice de chêne liège en particulier l'*Arbutus unedo* dans une subéraie marginale : la forêt domaniale de Zerdeb. Pour cela six placettes ont été mises en place : trois dans Zerdeb Nord et trois autres dans Zerdeb Sud, à raison de cinq arbres chacune. Les paramètres stationnels des six placettes ont été décrits et les hauteurs et circonférences des 30 arbres ont été mesurées. A l'aide des logiciels ArcGis et Google earthPro, nous avons élaboré la carte de végétation relative à la zone d'étude faisant ressortir les principales formations forestières. L'étude dendrométrique, montre que d'une manière générale, les deux peuplements présentent des structures irrégulières et très déséquilibrées. A Zerdeb Nord, toutes les classes d'âge (de circonférence) sont présentes avec une prédominance de vieux sujets. Le peuplement de Zerdeb Sud se montre plutôt plus jeune. La différence entre les deux cantons est non significative pour la circonférence (0,052) et significative (0,037) pour le paramètre hauteur. Bien que les six placettes appartiennent à la même forêt et pratiquement ont les mêmes caractéristiques naturelles, on peut lier cette variabilité au degré de perturbation témoigné par chaque canton ou bien par chaque placette (incendies, surpâturage, coupes illicites, etc.). La carte de végétation élaborée a permis de définir cinq formations distinctes : le chêne liège, les maquis et les broussailles, les reboisements d'eucalyptus, les maquis de chêne vert et thuya et les reboisements de pin d'Alep.

Mots clés: *Arbutus unedo*, subéraie marginale, Zerdeb, la flore accompagnatrices, canton Nord et Canton Sud.

Abstract

This study aims to determine the state and distribution of the flora accompanying the cork oak, in particular *Arbutus unedo* in a marginal cork grove: the state forest of Zerdeb. For this, six plots were set up: three in Zerdeb North and three others in Zerdeb South, with five trees each. The stationary parameters of the six plots were described and the heights and circumferences of the 30 trees were measured. Using ArcGis and Google earthPro software, we developed the vegetation map for the study area, highlighting the main forest formations. The dendrometric study shows that, in general, the two stands have irregular and very unbalanced structures. In Zerdeb North, all age groups (circumference) are present with a predominance of old subjects. The settlement of Zerdeb South is rather younger. The difference between the two cantons is not significant for the circumference (0.052) and significant (0.037) for the height parameter. Although the six plots belong to the same forest and have practically the same natural characteristics, this variability can be linked to the degree of disturbance witnessed by each canton or by each plot (fires, overgrazing, illegal cutting, etc.). The elaborate vegetation map made it possible to define five distinct formations: cork oak, scrub and scrub, eucalyptus reforestation, Holm oak and cedar scrub and Aleppo pine reforestation.

Key words: *Arbutus unedo*, marginal cork grove, Zerdeb, the accompanying flora, North and South canton.