



DEMOCRATIC AND POPULAR ALGERIAN REPUBLIC
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTRY OF HIGHER EDUCATION AND SCIENTIFIC RESEARCH
جامعة الشاذلي بن جديد - الطارف
CHADLI BENDJEDID EL TARG UNIVERSITY
كلية علوم الطبيعة والحياة
FACULTY OF NATURE AND LIFE SCIENCES
قسم



Mémoire de Fin d'Études
Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master en
« Biodiversité et environnement »

Thème

État écologique des arbustes de la subéraie de Brabtia

Présenté Par : **Hacini Chaima**

Soutenue publiquement le : 15.06.2026

Devant le jury composé de :

NOM et Prénom	Grade	Établissement	Qualité
Lazli. Amel	Pr	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf	Présidente
Haou. Sihem	MCA	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf	Encadreur
Labbaci Ridha	Doctorant	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf	Co-encadreur
Amoura. Mounia	MCA	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf	Examinatrice

Année universitaire : 2025/2026

Remerciements

بسم الله الرحمن الرحيم، والحمد لله رب العالمين

En premier lieu, nous tenons à remercier grand dieu « ALLAH » de nous avoir donné la force, le courage et la volonté afin d'accomplir ce modeste travail.

Qui nous a donné la force et nous a aidés à terminer cette recherche et à en sortir de cette excellente manière. Hier, nous avons commencé notre parcours éducatif en regardant le jour de la remise des diplômes comme si c'était un jour lointain.

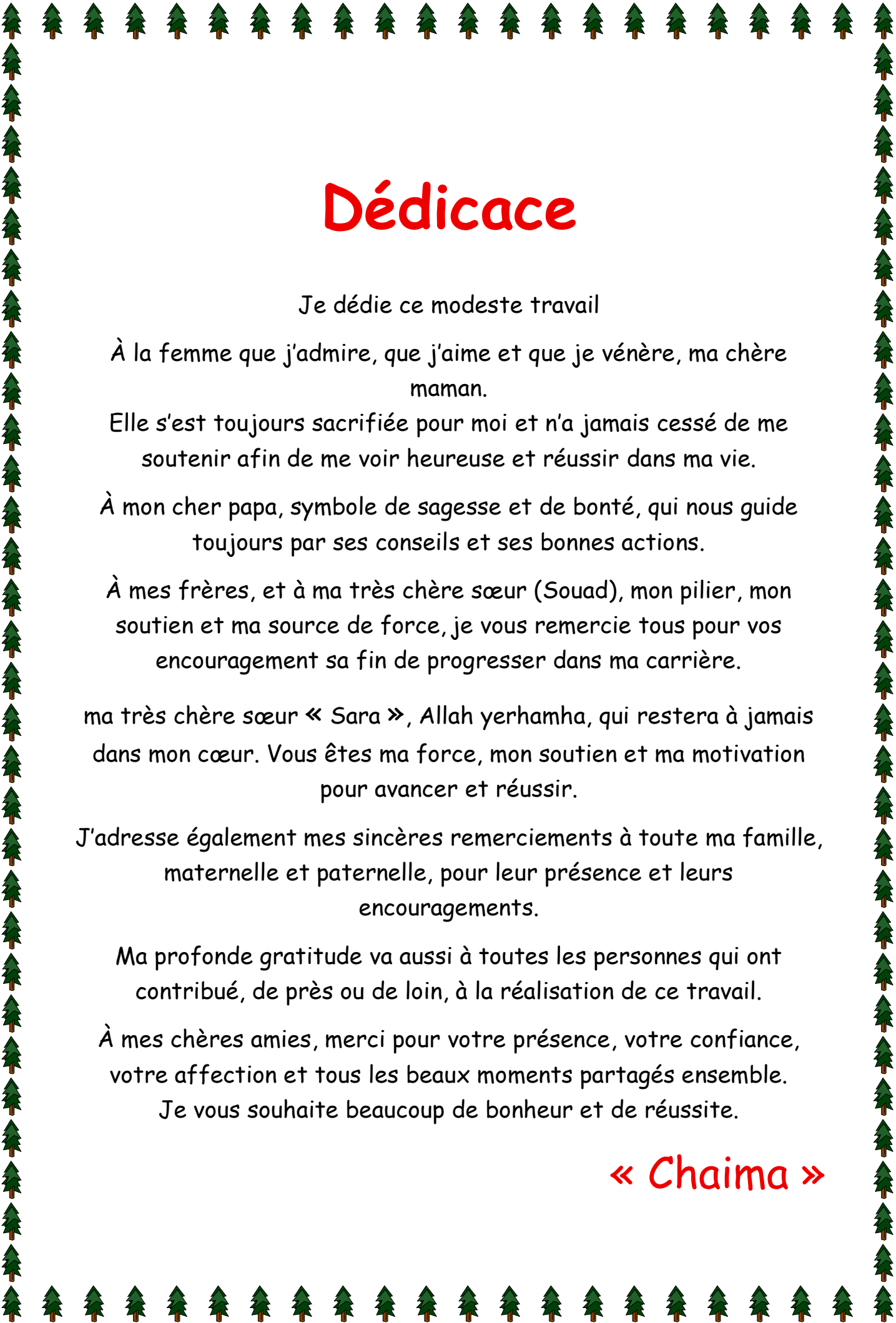
Croyant au principe selon lequel celui qui ne remercie pas les gens ne remercie pas Dieu, j'adresse mes sincères remerciements au Professeur **Dr. Haou Sihem** Qui m'a beaucoup aidé, pour compléter à rédiger cette recherche et son grand rôle à travers ses instructions, ses critiques constructives et son soutien sans faille.

Nous remercions les membres du jury qui ont bien voulu prendre de leur temps pour évaluer ce travail :

Pr. Lazli A. qui a accepté de présider notre jury

DR. Amoura M. qui a accepté d'examiner notre travail

Notre profonde gratitude va à nos professeures qui nous ont enseigné durant tout notre cursus universitaire.



Dédicace

Je dédie ce modeste travail

À la femme que j'admire, que j'aime et que je vénère, ma chère
maman.

Elle s'est toujours sacrifiée pour moi et n'a jamais cessé de me
soutenir afin de me voir heureuse et réussir dans ma vie.

À mon cher papa, symbole de sagesse et de bonté, qui nous guide
toujours par ses conseils et ses bonnes actions.

À mes frères, et à ma très chère sœur (Souad), mon pilier, mon
soutien et ma source de force, je vous remercie tous pour vos
encouragement sa fin de progresser dans ma carrière.

ma très chère sœur « Sara », Allah yerhamha, qui restera à jamais
dans mon cœur. Vous êtes ma force, mon soutien et ma motivation
pour avancer et réussir.

J'adresse également mes sincères remerciements à toute ma famille,
maternelle et paternelle, pour leur présence et leurs
encouragements.

Ma profonde gratitude va aussi à toutes les personnes qui ont
contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

À mes chères amies, merci pour votre présence, votre confiance,
votre affection et tous les beaux moments partagés ensemble.

Je vous souhaite beaucoup de bonheur et de réussite.

« Chaima »

Liste des Figures

Figure n° 1. Carte de situation des stations d'étude et orientation des transects	4
Figure n° 2. Distribution spatiale des arbuste étudiés.....	10
Figure n° 3. Évolution de la densité arbustive par station d'étude	11
Figure n° 4. Phylogénie des arbustes étudiés	13

Liste des Tableaux

Tableau n°1. Coordonnées géographiques des sites d'étude.....	4
Tableau n°2. Importance écologique et économique des arbuste étudiées.....	7

Résumé

La présente étude avait pour objectif d'évaluer la dynamique de régénération de la strate arbustive de la subéraie de Brabtia (PNEK, wilaya d'El-Tarf) après l'incendie de 2022, à travers l'analyse de l'abondance-dominance de 14 espèces ligneuses réparties dans trois stations et sur 18 relevés phytoécologiques. Les résultats obtenus permettent de formuler un bilan à la fois encourageant sur le plan de la résilience arbustive, et préoccupant sur le plan de la santé globale de l'écosystème forestier.

Abstract

The present study aimed to assess the regeneration dynamics of the shrub layer in the Brabtia cork oak forest (PNEK, El-Tarf Province) following the 2022 wildfire, through the analysis of the abundance-dominance of 14 woody species distributed across three stations and 18 phytoecological surveys. The results obtained provide an assessment that is both encouraging in terms of shrub resilience and concerning regarding the overall health of the forest ecosystem.

ملخص

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم ديناميكية تجدد الطبقة الشجيرية في غابة البلوط الفليني ببرابطية (الحديقة الوطنية للقالا، ولاية الطارف) بعد حريق سنة 2022، من خلال تحليل الوفرة والسيادة لـ 14 نوعاً خشبياً موزعة على ثلاث محطات و 18 رفعة فيتوأيكولوجية. وقد سمحت النتائج المتحصل عليها بوضع حصيلة مشجعة من حيث مرونة الطبقة الشجيرية، ومقلقة في الوقت نفسه فيما يتعلق بالحالة الصحية العامة للنظام البيئي الغابي.

Table des matières

INTRODUCTION	1
---------------------------	----------

CHAPITRE I : Matériels et Méthodes

1. Présentation de la zone d'étude.....	3
2. Description du site d'étude	3
3. Synthèse climatique	4
3.1. Climat	6
4. Méthode d'étude et méthode d'échantillonnage	7
4.1. Echantillonnage aléatoire simple	7
5. Espèces inventerai.....	7
5.1. Importance écologique et économique	7

CHAPITRE II : Résultats

1. Inventaire des arbustes et la moyenne d'abondance -dominance des trois stations sur 18 relevés d'étude	9
2. Evolution de la distribution spatiale des arbuste étudiés	9
3.Dynamique de croissance post-feu	12
4.Diversité taxonomique de la strate arbustive	12
Discussion	15
Conclusion	17

Références bibliographiques

Introduction

Introduction

Les forêts méditerranéennes figurent parmi les écosystèmes les plus riches en biodiversité et les plus menacés de la planète. Couvrant environ 2 % de la surface terrestre, elles abritent près de 20 % des espèces végétales connues, faisant du bassin méditerranéen l'un des 35 hauts lieux de la biodiversité mondiale (*hotspots*) reconnus à l'échelle internationale (Quézel, 1985 ; Scarascia-Mugnozza *et al.*, 2000). Ces écosystèmes forestiers, dominés par des chênaies à feuilles persistantes, des pinèdes et divers maquis, assurent des fonctions écologiques fondamentales : régulation du cycle hydrologique, protection des sols contre l'érosion, séquestration du carbone, maintien de la biodiversité floristique et faunistique, et fourniture de nombreux services écosystémiques à destination des populations riveraines (Arfa, 2019).

Cependant, les forêts méditerranéennes sont soumises depuis plusieurs décennies à des pressions anthropiques croissantes qui fragilisent leur équilibre et compromettent leur pérennité. Les incendies de forêt, dont la fréquence et l'intensité ont considérablement augmenté sous l'effet des changements climatiques et de l'exode rural, constituent la principale cause de dégradation de ces écosystèmes. À ces feux s'ajoutent le surpâturage, l'exploitation illégale des ressources ligneuses et l'empiétement des populations riveraines sur les surfaces forestières (Le Houerou, 1980 ; D.G.F, 2004). La conjonction de ces facteurs engendre une dynamique régressive qui se traduit par la fragmentation des massifs forestiers, l'appauvrissement de la flore et la perte progressive de la biodiversité.

En Algérie, cette problématique revêt une acuité particulière. Avec une superficie forestière d'environ 4 millions d'hectares, soit moins de 2 % du territoire national, la forêt algérienne est structurellement déficitaire et en constante régression (D.G.F, 2004). Parmi les grandes formations forestières du pays, les subéraies forêts dominées par le Chêne-liège (*Quercus suber* L.) occupent une place de choix sur le plan écologique, économique et patrimonial. Avec environ 230 000 hectares, elles représentent l'une des ressources naturelles les plus précieuses du Nord-Est algérien, notamment dans la wilaya d'El-Tarf, qui concentre à elle seule une part significative de ce patrimoine (D.G.F, 2007). Le Chêne-liège, espèce à reproduction végétative et générative lente, est particulièrement sensible aux perturbations répétées, et sa régénération après incendie est souvent compromise par les pressions pastorales post-feu (Haou, 1999 ; Ouelmouhoub et Benhouhou, 2007).

L'incendie de 2022, d'une intensité exceptionnelle, a représenté un tournant majeur dans l'histoire récente de cet écosystème. En quelques jours, une grande partie du couvert arboré a été détruite, exposant le sol à l'érosion hydrique et éolienne, incinérant une fraction importante de la banque de graines du sol et détruisant la litière forestière. La chaleur intense du feu a également altéré les propriétés physico-chimiques du sol, notamment par la volatilisation des composés azotés et le lessivage des minéraux nutritifs lors des premières pluies post-incendie (Trabaud et Lepart, 1980 ; 1991). À ces effets directs du feu s'est rapidement ajouté un surpâturage intense, les troupeaux exploitant les repousses herbacées et arbustives au détriment de la régénération du Chêne-liège.

Dans ce contexte de perturbation post-incendie, l'étude de la dynamique de régénération de la strate arbustive apparaît comme un outil essentiel pour comprendre les mécanismes de résilience de la subéraie. En effet, la végétation arbustive constitue souvent la première étape de recolonisation après un feu, jouant un rôle clé dans la stabilisation du sol, la limitation de l'érosion et la création d'un microclimat favorable à la régénération des espèces arborées.

L'analyse de l'abondance-dominance des espèces ligneuses permet ainsi d'appréhender la structure et l'organisation spatiale du peuplement végétal, tout en mettant en évidence les stratégies adaptatives mises en place par les différentes espèces face à la perturbation. Cette approche offre également la possibilité d'évaluer le degré d'avancement de la succession écologique et d'identifier les éventuels blocages dans le processus de régénération.

Dans cette optique, la présente étude vise à analyser la dynamique de régénération post-incendie de la strate arbustive dans la subéraie de Brabtia, à travers une approche phytoécologique basée sur l'étude de l'abondance-dominance des espèces dans trois stations contrastées. Elle cherche également à mettre en évidence les stratégies de survie adoptées par les espèces et à évaluer le degré de résilience de l'écosystème face à cette perturbation majeure.

Matériels

Et

Méthodes

1. Présentation de la zone d'étude

Le Parc National d'El Kala, est l'un des plus grands parcs nationaux d'Algérie. Il a été créé par décret le 23 juillet 1983 et depuis 1990, il est classé Réserve de la Biosphère dans le réseau des réserves du programme MAB (Man And Biosphère) de l'UNESCO. D'une superficie de 80.000 hectares environ, il est situé à l'extrême Nord Est du Pays (figure1). Il est naturellement limité au nord par le littoral Méditerranéen, à l'ouest par le système dunaire de Righia, à l'est par la frontière Algéro-tunisienne et au sud par les contreforts des monts de la Medjerda. Ce territoire est caractérisé par l'existence de cinq grands types d'habitats de haute valeur écologique. L'habitat forestier, les zones humides (les Lacs Oubeira, Tonga et des Oiseaux sont classés sites Ramsar), l'habitat rupicole, l'habitat dunaire et l'habitat littoral. Caractérisé par une importante mosaïque d'écosystèmes, le PNEK abrite une richesse faunistique et floristique diversifiée. Ses coordonnées géographiques sont 36°52 latitudes nord et 8°27 longitudes Est, au niveau de la ville d'El-Kala.. Le parc national d'El-Kala est situé dans le Nord-Est Algérien à 70 km de l'Est de la ville d'Annaba et environ 80 km au Nord de celle de Souk-Ahras, il s'étend sur une superficie de 76,438 ha. Il est limité au Nord par la Méditerranée, au Sud par les monts de la Medjedra, à l'Est par la frontière algéro- tunisienne et à l'Ouest par les plaines d'Annaba.

2. Description du site d'étude

La réserve de Brabtia est située, dans la wilaya d'El Tarf, Daira d'El Kala, au nord-est de l'Algérie. Elle occupe une superficie de 109 hectares, dont seulement 15 hectares sont exploités. Elle est bordée au nord par le lac Mellah. Il est bordé au sud par Ain Al-Khiar, Elle est bordée à l'est par le lac Oubeira, Il le borde à l'ouest par le village d'el Mellaha. Latitude : 36,85° ou 36°51'3" Nord, Longitude : 8,33° ou 8°19'48" Est.

La forêt de Brabtia, intégrée au sein du PNEK dans la daïra d'El-Kala, constitue l'une des subéraies les plus représentatives du parc. D'une superficie d'environ 109 hectares, ce site est bordé au nord par le lac Mellah, à l'est par le lac Oubeira et à l'ouest par le village d'El-Mellaha, ce qui lui confère une position géographique particulièrement sensible aux intrusions humaines. Depuis plusieurs décennies, la subéraie de Brabtia est soumise à des perturbations récurrentes liées aux activités illégales des populations riveraines : feux de brousse, braconnage et sur-

pâturage. Ces pressions anthropiques cumulées ont profondément altéré la structure et la composition floristique de la végétation, engendrant une dynamique régressive marquée.

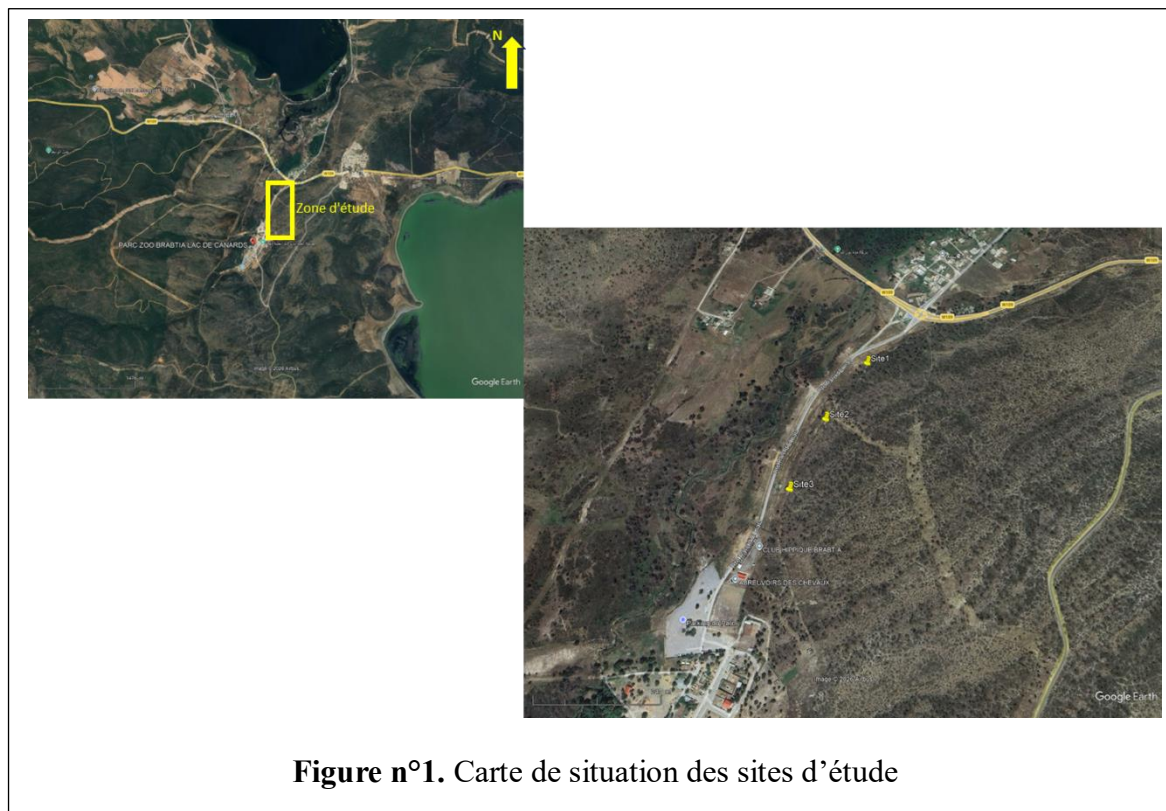


Figure n°1. Carte de situation des sites d'étude

Tableau n°1. Coordonnées géographiques des sites d'étude

Site1	36°51'36.92"N	8°20'7.09"E
Site2	36°51'31.75"N	8°20'4.05"E
Site3	36°51'25.97"N	8°20'1.93"E

3. Synthèse climatique

L'étude climatique permet de connaître et analyser, les différents facteurs climatiques sur les milieux notamment agricoles ou forestiers. Parmi ces facteurs la température, les précipitations, l'humidité relative, la lumière, les vents, l'enneigement et les gelées.

Ces facteurs sont permis de mettre en évidence les potentialités hydriques notamment les tranches pluviométriques et sa répartition dans l'année. Et ces facteurs sont influents sur la composition floristique et la distribution végétales. Parce que chaque espèce végétale a un intervalle climatique et dans un étage bioclimatique. Donc il y a une relation entre l'association végétale et les facteurs climatiques.

On peut distinguer parmi les facteurs climatiques un ensemble de facteurs énergétiques, constitués par la lumière et les températures, des facteurs hydrologiques (Précipitation et hydrométrie), des facteurs mécaniques (vent, enneigement). (**Ramade, 2003**).

Le climat est un élément primordial, son irrégularité spatiale et temporelle implique des études de plus en plus fines pour mieux comprendre son action sur la distribution des différentes espèces végétales. Il s'agit donc de mettre en évidence les relations qui existent entre la végétation et les facteurs climatiques.

Emberger (1930, 1971) a particulièrement souligné ce rôle en ce qui concerne la végétation méditerranéenne, et en 1939 il montre que les données écologiques, et en particulier bioclimatiques, influent considérablement sur l'individualisation de la végétation. Le climat en région méditerranéenne est un facteur déterminant en raison de son importance dans l'établissement, l'organisation et le maintien des écosystèmes (**Aidoud, 1997**). D'après **De Martonne (1926), Turril (1929), Gaussen (1954), Walter et al. (1960), Mooney et al. (1973), Benabadji (1991, 1995), Bouazza (1991, 1995)**; le climat méditerranéen est caractérisé par un été sec et un hiver doux.

D'une manière générale le climat de l'Algérie est de type méditerranéen, elle se situe entre une influence de nord-ouest qui apporte les courants froids et humides et une influence méridionale liée à une atmosphère chaude et sèche de type saharien.

Cependant, pour mieux appréhender les exigences climatiques de la subéraie et les plantes dans la région d'étude, il serait important d'étudier dans ce chapitre, les caractéristiques climatiques de la région d'étude. Malgré la rareté des informations disponibles Nous avons essayé d'en mettre le plus possible pour connaître et comprendre au maximum la nature de la météo

3.1.Le climat

Le climat est chaud et tempéré en El Tarf. En hiver, il ya beaucoup plus de précipitations qu'en été. Ce climat est considéré comme « climat méditerranéen » selon la classification climatique de Köppen-Geiger. La température moyenne annuelle à El Tarf est de 18.3 °C.

Les précipitations constituent un facteur écologique d'importance fondamentale, leur répartition annuelle est importante par leur rythme et leur valeur volumique absolue (**Dajoz, 1975**).

La quantité des pluies varie avec l'altitude (plus on monte, plus la pluviométrie augmente) ; pour cela, (Seltzer, 1946) recommande un gradient pluviométrique altitudinal de 50 mm pour chaque 100 m d'élévation (lorsque la pluviométrie moyenne est de 1204 mm).

La vitesse horaire moyenne du vent à El Tarf connaît une variation considérable au cours de l'année. La période venteuse de l'année dure 6 mois du 1 novembre au 2 Mai, avec des vitesses de vent moyennes supérieures à 14,3 kilomètres par heures. Le jour le plus venteux de l'année est le 1 février avec une vitesse moyenne du vent de 17,2 kilomètres par heure. La période la plus calme de l'année dure 6 mois du 2 Mai au 1 Novembre. Le jour le plus calme de l'année est le 13 Aout, avec une vitesse moyenne horaire du vent de 11.3 kilomètres par heure. (**fr.weatherspark.com**).

Nous estimons le niveau de confort selon l'humidité sur le point de rosée, car il détermine si la transpiration s'évaporerait de la peau, causant ainsi un rafraîchissement de l'organisme. Les points de rosée plus bas sont ressentis comme un environnement plus sec et les points de rosée plus haut comme un environnement plus humide. Contrairement à la température, qui varie généralement considérablement entre le jour et la nuit, les points de rosée varient plus lentement. La probabilité qu'un jour donné soit lourd à El-Tarf augmente très rapidement en Juillet, augmente de 34% à 54% au cours du mois. Pour référence, le 13 Août, le jour le plus lourd de l'année, le climat est lourd 61% du temps, tandis que le 30 Novembre, le jour le moins lourd de l'année, le climat est lourd 0% du temps. (**Fr.weatherspark.com**).

4. Méthode d'étude et méthode d'échantillonnage

4.1. Echantillonnage aléatoire simple

L'échantillonnage est le processus par lequel on détermine l'échantillon. Son but suprême est l'atteinte d'une représentativité impartiale de la population à l'étude pour que toute estimation basée sur l'échantillon soit sans biais et inférée à la population. Puisque la méthode donne à chaque individu de la population une chance égale d'être choisi, elle permet d'espérer un échantillon "représentatif". La méthode peut cependant poser certaines difficultés. D'abord, elle n'est applicable que s'il existe une liste des individus composant la population. Ensuite, elle peut être fastidieuse si l'échantillon et la population sont tous deux de grande taille. Cela sera particulièrement vrai si la sélection se fait manuellement. **Frontier et Pichod-Viale. 1998.**

5. Espèces inventeraiis

5.1. Importance écologique et économique des arbustes et étudiés

Tableau n°2. Importance écologique et économique des arbuste étudiées

Espèce	Importance écologique	Importance économique	References
<i>Pistacia lentiscus</i>	Stabilisation des sols, résistance au feu, espèce clé du maquis méditerranéen	Production de résine (mastic), usages médicaux et aromatiques	Bachrouch et al., 2015 ; Koutsoudaki et al., 2005
<i>Calycotome villosa</i>	Espèce pionnière, fixation de l'azote, colonisation des sols dégradés	Usage fourrager limité, rôle indirect dans amélioration du sol	Quézel & Santa, 1963
<i>Arbutus unedo</i>	Régénération post-feu, amélioration de la biodiversité, refuge pour la faune	Fruits comestibles (arouses), usages pharmaceutiques et alimentaires	Doukani & Tabrak, 2014

<i>Phillyrea angustifolia</i>	Espèce structurante, tolérante à la sécheresse, stabilisation des écosystèmes	Usage ornemental et bois de chauffage	Lepart & Dommee, 1992
<i>Cistus salvifolius</i>	Espèce pyrophile, recolonisation rapide après incendie	Usage médicinal traditionnel	Mabberley, 2017 ; Quézel & Santa, 1962
<i>Chamaerops humilis</i>	Indicateur bioclimatique, résistance aux perturbations	Usage artisanal (fibres), ornemental	Herrera, 1989 ; Hasnaoui et al., 2011
<i>Genista ferox</i>	Fixation d'azote, colonisation des milieux pauvres	Usage pastoral limité	Quézel & Santa, 1963
<i>Rubus ulmifolius</i>	Protection du sol, refuge pour la faune	Fruits comestibles riches en nutriments	Schulz et al., 2019 ; Fernandes, 2017
<i>Cistus monspeliensis</i>	Espèce pionnière post-feu, adaptation aux sols pauvres	Usage médicinal et aromatique	Fennane et al., 2014 ; Le Floc'h et al., 2010

Résultat

Résultats

1. Inventaire des arbustes et la moyenne d'abondance -dominance des trois stations sur 18 relevés d'étude

Les espèces	Station1	Station2	Station3
<i>Pistacia lentiscus</i>	1,83333333	2,06410256	2,19487179
<i>Erica arborea</i>	1,5	1,65384615	2,20769231
<i>Myrtus communis</i>	2,33333333	2,48717949	2,84102564
<i>Calycotome villosa</i>	2,16666667	2,08974359	1,76282051
<i>Cistus salvifolius</i>	1,5	1,42307692	1,39615385
<i>Cistus monspeliensis</i>	1	1,30769231	1,21538462
<i>Lonicera implexa</i>	0,66666667	0,58974359	0,71282051
<i>Phyllerea angustifolia</i>	2,33333333	2,48717949	2,29102564
<i>Genista ferox</i>	0,66666667	1,05128205	1,18589744
<i>Genista ulicina</i>	1,16666667	1,08974359	0,86282051
<i>Rubus ulmifolius</i>	1	1	0,75
<i>Crataegus oxyacantha</i>	1	1	0,8
<i>Smilax aspera</i>	2,16666667	2,24358974	2,12051282
<i>Hedera helix</i>	1,33333333	1,48717949	1,49102564

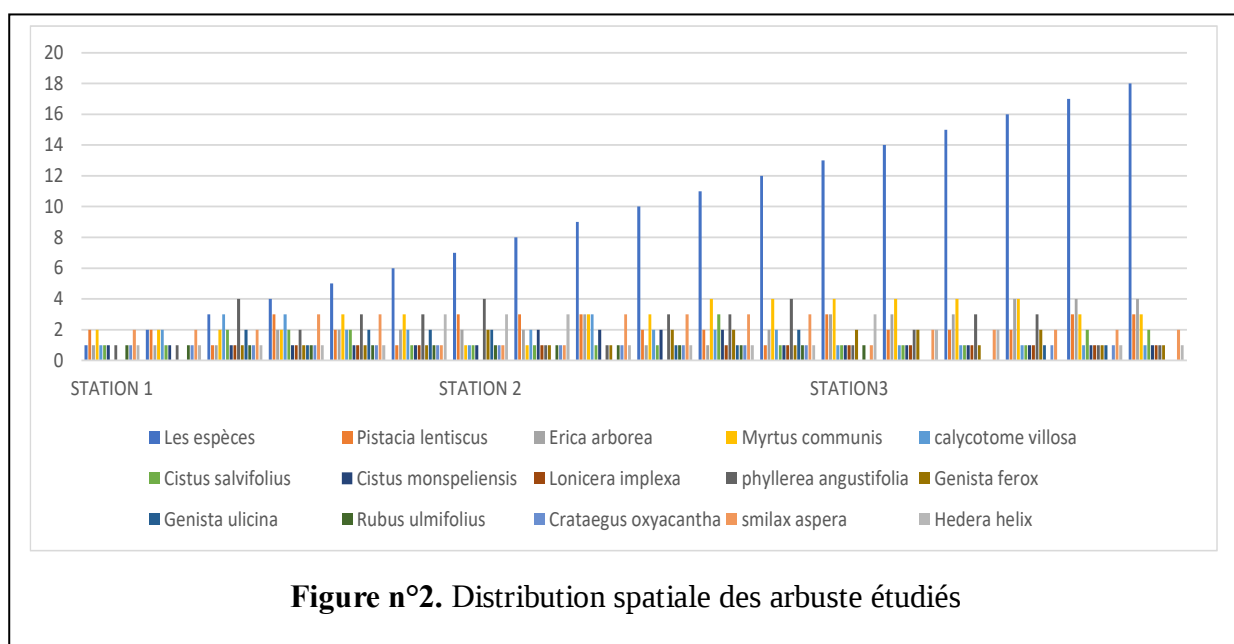
2. Évolution de la distribution spatiale des arbuste étudiés

Ce graphique illustre la répartition et l'abondance de diverses espèces végétales à travers trois stations distinctes (Station 1, 2 et 3). Le nombre total d'espèces augmente progressivement de la Station 1 vers la Station 3, ainsi :

- Station 1 : Présente la plus faible diversité, avec des effectifs d'espèces individuelles assez homogènes et bas.
- Station 2 : Marque une transition avec une hausse nette du nombre total d'espèces.
- Station 3 : Affiche la plus grande richesse spécifique, culminant à 18 espèces à la fin du relevé.

Certaines espèces semblent plus résilientes ou communes selon les zones :

- *Pistacia lentiscus* et *Myrtus communis* : Présentes de manière régulière sur l'ensemble du gradient, souvent avec des valeurs stables (autour de 2 à 4).
- *Phyllerea angustifolia* : Montre des pics de présence notables, particulièrement dans les stations 2 et 3.
- *Erica arborea* : Également bien représentée, contribuant de façon constante à la structure de la végétation.



Station 1 : Colonisation diffuse et irrégulière

- Les barres sont très inégales d'une série à l'autre pour une même espèce.
- Certaines espèces comme *Genista ferox* ou *Hedera helix* sont absentes de plusieurs relevés

La régénération est encore "en taches". Le milieu est ouvert, et la recolonisation dépend probablement de la survie aléatoire des souches ou de la banque de graines locale.

Station 2 : Stabilisation de la présence

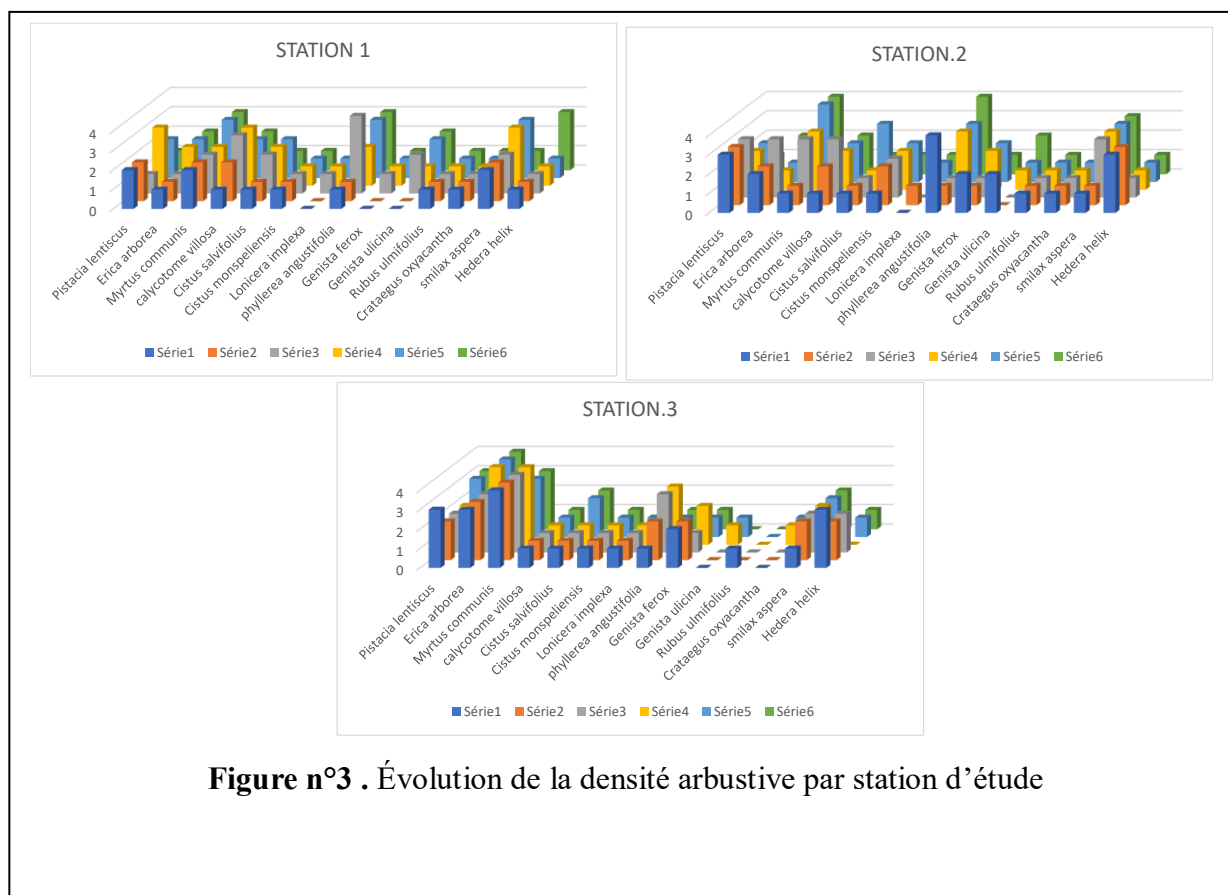
- Les profils sont plus réguliers et "pleins" que dans la Station 1.
- Des espèces comme *Calycotome villosa* et *Pistacia lentiscus* sont présentes dans presque toutes les séries avec des scores constants (entre 3 et 4).

Le couvert végétal commence à se structurer de manière plus homogène. La compétition inter-espèces s'installe.

Station 3 : Saturation et dominance

- On observe des plateaux élevés pour les espèces structurantes (*Pistacia*, *Erica*, *Myrtus*, *Calycotome*).
- À l'inverse, certaines espèces plus petites ou héliophiles (aimant la lumière totale) commencent à régresser dans certains relevés (ex: *Smilax aspera* ou *Crataegus*).

C' est la station la plus mature. La densité est telle que les espèces dominantes occupent presque tout l'espace disponible, créant un ombrage qui peut limiter les espèces plus fragiles.



3. Dynamique de croissance post-incendie

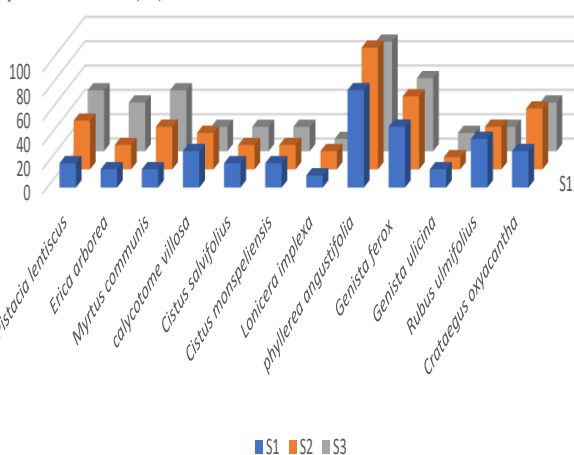
On observe une corrélation directe entre la diversité (vue précédemment) et la vigueur des espèces végétales. Un gradient de vigueur ($S1 < S2 < S3$) se présente pour presque toutes les espèces, la hauteur et le diamètre augmentent nettement de la Station 1 vers la Station 3.

Station 3 ; C'est ici que les espèces sont les plus robustes, atteignant souvent plus du double de la taille mesurée en Station 1.

Les graphiques révèlent deux profils de croissance distincts :

1. Les espèces à croissance verticale rapide (stratégie de compétition pour la lumière) ; *Phillyrea angustifolia* : Elle domine nettement en hauteur (dépassant 100 cm en S2/S3). C'est l'espèce la plus dynamique verticalement. *Genista ferox* : Elle montre également une croissance en hauteur importante, typique d'une colonisation rapide de l'espace aérien.
2. Les espèces à développement latéral (stratégie d'occupation du sol) ; *Myrtus communis* et *Pistacia lentiscus* : Bien que plus basses que la filaire, elles présentent des diamètres de touffe impressionnants (souvent > 100 cm). Elles "s'étalent" pour recouvrir le sol brûlé, ce qui limite l'érosion. *Calycotome villosa* : Suit une tendance similaire avec un bon équilibre hauteur/diamètre.

Moyenne de la hauteur (cm)



Moyenne du diamètre de la touffe (cm)

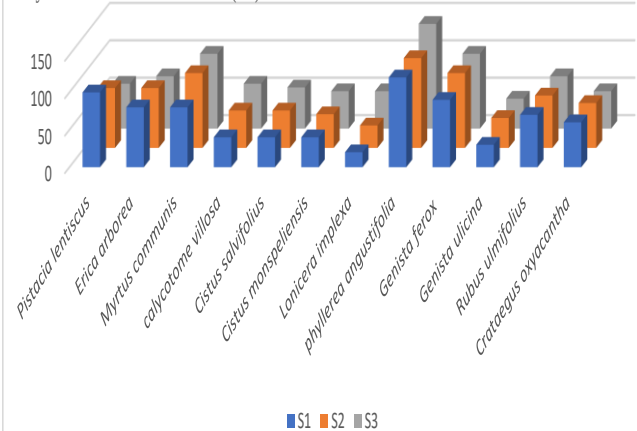


Figure n°4. Phylogénie des arbustes étudiés

4. Diversité taxonomique de la strate arbustive

- Richesse spécifique S : 14 espèces présentes
- Indice de Shannon (H') : 2,41 ; Une valeur entre 1,5 et 3,5 est typique pour ce type d'écosystème méditerranéen. Cela indique que la Station 3 a bien récupéré sa complexité floristique.
- Équitabilité (E) : 0,91 ; Cette valeur est très proche de 1. Cela signifie que les espèces sont réparties de manière très homogène. Aucune espèce (comme les Cistes pionniers) n'écrase les autres ; la subéraie retrouve une structure équilibrée où *Pistacia*, *Erica* et *Myrtus* cohabitent équitablement

Discussion

DISCUSSION

Cette progression suggère un gradient environnemental (comme une augmentation de l'humidité, une meilleure qualité de sol ou une diminution de la pression humaine) allant de la Station 1 vers la Station 3. La Station 3 offre manifestement des conditions plus favorables au développement d'un plus grand nombre de taxons végétaux.

Nous observons deux Stratégies de survie :

Les espèces rejeteuses; Le *Pistacia lentiscus*, le *Myrtus communis* et le *Phillyrea angustifolia* sont des espèces capables de rejeter de souche très rapidement après un feu. Leur présence stable sur le graphique confirme que leurs organes souterrains ont survécu au feu de sol de 2022.

Les Semencières : Le *Cistus salvifolius* et le *Cistus monspeliensis* sont des espèces pyrophiles. La chaleur du feu a levé la dormance de leurs graines stockées dans le sol, expliquant leur apparition dans les stations en régénération.

L'augmentation du nombre d'espèces vers la Station 3 est typique d'une succession écologique secondaire où les herbacées et petits arbustes colonisent l'espace avant que la strate arborée ne reprenne sa dominance.

Restauration du couvert : Le grand diamètre des touffes en S3 indique que le couvert végétal se referme rapidement. Cela protège le sol contre le dessèchement et favorise le retour d'un microclimat forestier.

Inégalité de la reprise : La faible hauteur en S1 (souvent < 20 cm) suggère soit une intensité de feu plus destructrice pour les souches, soit des conditions de sol (pente, exposition) plus difficiles qui ralentissent la photosynthèse.

L'analyse croisée des données montre que deux ans après l'incendie, la subéraie présente une excellente résilience écologique, marquée par une recolonisation rapide et structurée.

Richesse Floristique : On observe un gradient de diversité croissant de la Station 1 à la Station 3. Si la Station 1 est encore en phase de colonisation initiale, la Station 3 a déjà retrouvé une complexité floristique élevée ($H' = 2,41$) et un équilibre remarquable ($E = 0,91$).

L'analyse des données montre une vigueur de la Reprise : Les stratégies de survie sont efficaces. Les espèces "rejeteuses" (*Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*) assurent une couverture latérale du sol (diamètre des touffes), tandis que les espèces structurantes

comme *Phillyrea angustifolia* dominant la strate verticale (hauteur > 100 cm). Ainsi nous pouvons mettre en évidence une hétérogénéité Spatiale : La différence entre les stations suggère que l'impact du feu n'a pas été uniforme. La Station 3 semble bénéficier de conditions plus favorables (potentiellement un sol plus profond ou plus humide), permettant une fermeture plus rapide du couvert végétal. Donc, l'incendie de sol de 2022 n'a pas altéré la banque de graines ni la capacité de rejet des souches. La forêt est en phase de succession secondaire active. À ce stade, la dominance des arbustes rejeteurs protège le sol contre l'érosion et recrée le microclimat nécessaire à la croissance future des jeunes Chênes-lièges.

De plus, la corrélation observée entre la diversité spécifique et la vigueur des individus confirme que les conditions écologiques s'améliorent progressivement le long du gradient étudié. Cette amélioration se traduit par une augmentation simultanée de la richesse floristique, de la hauteur des individus et du diamètre des touffes, indiquant une dynamique de régénération bien structurée (**Huerta et al., 2021**) .

Par ailleurs, la dominance d'espèces telles que *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis* et *Erica arborea* souligne leur rôle clé dans la stabilisation de l'écosystème post-incendie. Ces espèces contribuent non seulement à la protection du sol, mais aussi à la création de conditions favorables à l'installation d'autres taxons moins tolérants aux conditions extrêmes, traduisant des adaptations aux régimes de feu fréquents (**Pausas & Keeley, 2021**) .

En outre, la régression relative de certaines espèces héliophiles dans la Station 3 suggère le début d'un processus de fermeture du couvert végétal, limitant l'accès à la lumière et favorisant une sélection progressive des espèces les mieux adaptées aux conditions de sous-bois, phénomène caractéristique des successions post-feu en milieux méditerranéens (**Peris-Lopis et al., 2024**) .

Cette dynamique traduit donc une transition écologique vers un stade plus mature, où la compétition interspécifique devient un facteur déterminant dans l'organisation du peuplement végétal, processus central dans la résilience des écosystèmes après incendie (**Ermitão et al., 2023**) .

Enfin, ces résultats mettent en évidence l'importance des facteurs locaux (topographie, humidité, nature du sol) dans la vitesse et l'intensité de la régénération post-feu. L'hétérogénéité observée entre les stations confirme que la réponse de la végétation dépend fortement des conditions stationnelles et de la sévérité du feu (**Koltsida et al., 2024**) .

DISCUSSION

Ainsi, la subéraie étudiée présente une forte capacité de résilience, caractérisée par une régénération rapide, une diversité floristique élevée et une structuration progressive du couvert végétal, traduisant un fonctionnement écologique globalement stable et durable après perturbation.

Conclusion

Conclusion

Sur le plan de la régénération arbustive, les données révèlent un gradient de récupération écologique croissant de la Station 1 vers la Station 3, matérialisé par l'augmentation des valeurs d'abondance-dominance, de la richesse spécifique et des indices de diversité ($H' = 2,41$; $E = 0,91$). Deux stratégies de survie complémentaires sont à l'œuvre : les espèces rejeteuses de souche (*Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Phillyrea angustifolia*, *Erica arborea*), dont les organes souterrains ont résisté au feu et ont émis des rejets vigoureux, et les espèces semencières pyrophiles (*Cistus salvifolius*, *Cistus monspeliensis*), dont la germination a été stimulée par la chaleur de l'incendie. La combinaison de ces deux stratégies assure une recolonisation rapide de l'espace et une protection efficace du sol contre l'érosion.

Sur le plan fonctionnel, deux profils de croissance distincts ont été identifiés : les espèces à croissance verticale rapide (*Phillyrea angustifolia*, *Genista ferox*) qui reconstituent la strate arbustive aérienne, et les espèces à développement latéral (*Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus*, *Calycotome villosa*) qui assurent le recouvrement du sol. Cette complémentarité fonctionnelle est un signe positif de la structuration progressive de l'écosystème.

À l'avenir, le suivi à long terme de ces stations sera crucial pour évaluer la stabilité de l'axe de restauration de cette flore et anticiper les dynamiques de compétition inter-spécifique. Il s'agira notamment de surveiller si les espèces à croissance verticale ne finissent pas par inhiber le développement de la strate herbacée par fermeture des frondaisons et enchevêtrement des arbustes.

De plus, face à l'accentuation du changement climatique, l'évaluation de la résilience de cette nouvelle structure végétale face à de certaines perturbations existantes, telles que des sécheresses récurrentes ou de nouveaux incendies rapprochés, pâturages, constituera un axe de recherche prioritaire pour adapter les stratégies de gestion et de conservation de la subéraie méditerranéens.

Références

Bibliographique

Références Bibliographiques

B

Bachrouch, O., Msaada, K., AidiWannes, W., Talou, T., Ksouri, R., Salem, N., 2015. Variations in composition and antioxidant activity of Tunisian *Pistacia lentiscus* L. leaf essential oil. *Plant Biosystematics* 149, 38-47

Benabadji, N. (1991). Contribution à l'étude phytoécologique des steppes de l'Ouest algérien. *Revue de Biologie et d'Écologie Méditerranéenne*, 18(1), 45–60.

Bouزيد, K. (2015). Contribution à l'étude des options de valorisation de l'espèce *Arbutus unedo* L. dans l'Ouest Algérien. Thèse de Doctorat 3ème Cycle en Science de l'Environnement, option : Gestion, Valorisation des Ressources Naturelles et Développement Durable. Université Djillali Liabés, Sidi Bel-Abbés, Algérie, 168 p.

D

D.G.F, 2004. Direction Générale des Forêts : Programme d'Action National sur la lutte contre la Désertification, 104 p.

D.G.F, 2007. Direction Générale des Forêts : Rapport annuel sur l'état des forêts algériennes. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, Alger.

Dajoz R., 1975. Précis d'Écologie. Dunod, Paris, 549 p.

Doukani, K., & Tabak, S. (2014). Profil Physicochimique du Fruit « Lenj » (*Arbutus unedo* L.). *Nature & Technology*, 7(1), 51-64.

Doukani, K., & Tabrak, H. (2014). Étude de la régénération naturelle de *Arbutus unedo* dans les écosystèmes méditerranéens. *Revue Forestière Française*, 66(2), 145–156.

E

Emberger, L. (1930) La végétation de la région méditerranéenne: Essai d'une classification des groupements végétaux *Revue Générale de Botanique*, 42, 641-662+705-721.

Emberger 1971. Travaux de botanique et d'écologie. Masson, Paris.

Ermitão, T., Gouveia, C. M., Bastos, A., & Russo, A. C. (2023). Recovery Following Recurrent Fires Across Mediterranean Ecosystems. *Global change biology*, 30(12), e70013. <https://doi.org/10.1111/gcb.70013>

F.

Fennane, M., Ibn Tattou, M., & Ouyahya, A. (2014). *Flore pratique du Maroc*. Rabat : Institut Scientifique.

Fernandes, Â. (2017). Nutritional and antioxidant properties of blackberry (*Rubus ulmifolius*). *Food Chemistry*, 221, 123–130.

Fernandes, A. (2017). Phytochemical composition and potential health benefits of *Rubus ulmifolius* (commonly known as elmleaf blackberry). *Journal of Plant Biochemistry*, 42(3), 123-135

G

Gaussen, H. (1954). *Climat et végétation*. Paris : Presses Universitaires de France.

H

Haou S., 1999. Étude synchronique post-incendie de la végétation des subéraies de la Numidie orientale. Thèse de Magistère, Université d'Annaba, Algérie, 72 p. + annexes.

Hasnaoui, O., Bouazza. M., Benali, O. and Thinon, M., 2011. Ethno Botanic study of *Chamaerops humilis* L. Var. *argentea* Andre (Arecaceae) in western Algeria. *Agricultural journal* 6(1) :1-6. ISSN :1816-9155.

Heink U. et Kowarik I., 2010. What are indicators? On the definition of indicators in ecology and environmental planning. *Ecological Indicators*, 10 : 584-593.

Herrera, C. M. (1989). Pollination biology of *Chamaerops humilis*. *American Journal of Botany*, 76(5), 731–740.

Herrera, J. (1989). On the reproductive biology of the dwarf palm, *Chamaerops humilis* in Southern Spain. *Principes*, 33(1), pp. 27 32.

Huerta, S.; Fernández-García, V.; Marcos, E.; Suárez-Seoane, S.; Calvo, L. Physiological and Regenerative Plant Traits Explain Vegetation Regeneration under Different Severity Levels in Mediterranean Fire-Prone Ecosystems. *Forests* 2021, 12, 149. <https://doi.org/10.3390/f12020149>

K

Koltsida, E., Mamassis, N., Baltas, E., Andronis, V., & Kallioras, A. (2024). Assessment of Post-Fire Impacts on Vegetation Regeneration and Hydrological Processes in a Mediterranean Peri-Urban Catchment. *Remote Sensing*, 16(24), 4745. <https://doi.org/10.3390/rs16244745>

Koutsoudaki C., Krsek M., Rodger A. (2005) Composition chimique et activité antibactérienne de l'huile essentielle et de la gomme de *Pistacia lentiscus* var. *chia*, *Journal de chimie agricole et alimentaire*, 53(20), 7681-7685.

L

Le Floch, E., Boulos, L. & Vela, E. (2010) *Flore de Tunisie. Catalogue synonymique commenté*. Banque Nationale de Gènes, Ministère de l'Environnement et du Développement Durable, Tunis, 504 pp.

Le Houerou H.N., 1980. L'impact de l'homme et de ses animaux sur la forêt méditerranéenne (1ère partie). *Revue Forestière Méditerranéenne*, II(1) : 31-44.

Lepart, J., & Dommée, B. (1992). Is *Phillyrea angustifolia* a dioecious species *Botanical Journal of the Linnean Society*, 108(4), 375–387.

Lepart, J., and B. Dommée, 1992 Is *Phillyrea angustifolia* L. (Oleaceae) an androdioecious species *Botanical Journal of the Linnean Society* 108: 375-387.

M

Mabberley, D. J. (2017). *Mabberley's Plant-book: A portable dictionary of plants* (4th ed.). Cambridge University Press.

Mabberley. David. J 2 017. Mabberley's Plant-Book: A Portable Dictionary of Plants, their Classification and Uses. (ISBN-13: 978-1-107-11502-6, hbk). Cambridge University Press, University Printing House, Cambridge CB2 8BS, United Kingdom. (Orders: www.cambridge.org). \$74.99 US, 1102 pp., 4.75" × 9".

Mooney, H. A., Dunn, E. L., & Shropshire, F. (1973). Mediterranean climate and vegetation. In F. Di Castri & H. A. Mooney (Eds.), *Mediterranean type ecosystems: Origin and structure* (pp. 67–87). Springer.

Martonne, E. (1926). *Une nouvelle fonction climatologique : l'indice d'aridité. La Météorologie*, 2, 449–458.

O

Ouelmouhoub S. et Benhouhou S., 2007. Évolution floristique des subéraies incendiées dans la région d'El-Kala (Nord-Est Algérie). *Ecologia Mediterranea*, 33 : 85-94.

P

Pausas JG et Keeley JE 2021. Feux de forêt et changements climatiques. *Frontiers in Ecology and Environment* 19(7) : 387-395.

Peris-Llopis M, Vastaranta. M , Saarinen. N , Gonzalez Olabarria. J,R , García-Gonzalo. J, Yudego. B, M (2024). Post-fire vegetation dynamics and location as main drivers of fire recurrence in Mediterranean forests. *Forest Ecology and Management*, [Volume 568](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.122126)
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.122126>

Q

Qa'dan F, Nahrstedt A, Schmidt M. (2011). Isolation of two new bioactive proanthocyanidins from *Cistus salvifolius* herb extract. *Pharmazie*, 66, 454-457.

Quézel P., 1985. Definition of the Mediterranean region and origin of its flora. In C. Gomez-Campo (éd.), *Plant Conservation in the Mediterranean Area*. W. Junk, Dordrecht, Pays-Bas.

Quezel p et Santa S (1962). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques

Quezel P., Santa S. 1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II Edition. CNRS. Paris.

R

Ramade, 2003 : Elément d'écologie, écologie fondamentale, 3^{ème} édition, p7-63.

S

Scarascia-Mugnozza G., Oswald H., Piussi P. et Radoglou K., 2000. Forests of the Mediterranean region: gaps in knowledge and research needs. *Forest Ecology and Management*, 132 : 97-109.

Schulz, M., Seraglio, S. K. T., & Gonzaga, L. V. (2019). Nutritional and bioactive compounds of blackberry fruits. *Food Research International*, 119, 859–867.

Schulz. M., Seraglio S.K.T., Della Betta F., Nehring P., Valese A.C., Daguer H., Gonzaga L.V., Costa A.C.O., Fett R. (2019). Blackberry (*Rubus ulmifolius* Schott): Chemical composition, phenolic compounds and antioxidant capacity in two edible stages. *Food Research International*. 122: 627-634.

T

Trabaud L. et Lepart J., 1980. Diversity and stability in garrigue ecosystems after fire. *Vegetatio*, 43 : 49-57.

Trabaud L. et Lepart J., 1991. Recovery of a *Quercus coccifera* garrigue after different fire regimes: a ten-year study. *Vegetatio*, 92 : 115-124.

.

W

Walter, H., & Lieth, H. (1960). *Klimadiagramm-Weltatlas*. Jena : Gustav Fischer Verlag.