

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

Département des Ressources Forestières



MEMOIRE

Présenté par

AGGOUN Wafa

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

Spécialité : Foresterie

Option : Ecologie, Gestion et Conservation de la Biodiversité

Thème

**Dynamique post-incendie de la végétation des
subéraies de la région de Tlemcen (forêt d' Ifri)**

Soutenu le 12 / 10 / 2020 devant le jury composé de :

| | | | |
|--------------|---------------------------|-------|-----------------------|
| Président | Mr BENABDALLAH M.A | MCA | Université de Tlemcen |
| Encadreur | Mr BOUHRAOUA Rachid Tarik | Prof. | Université de Tlemcen |
| Examinatrice | Mlle BARKA Fatiha | MCA | Université de Tlemcen |

Année universitaire 2019/2020

الملخص: في تلمسان ، تعتبر غابات البلوط الفلين أكثر المجتمعات النباتية تضررا بعد غابات الصنوبر من مشكلة حرائق الغابات ، والتي تتسبب في تدهور الغطاء الغابي لبلوط الفلين مع الغطاء النباتي المرافق له. الهدف من هذا العمل المتواضع هو دراسة التركيب النباتي لغابة إيفري من خلال تثبيت اربع عيّنات بشكل دائري (نصف قطرها 20 مترًا). وكذلك المؤشرات البيئية والكثافة. أظهرت النتائج أن التركيب النباتي يظل ثابتًا إلى حد ما بعد انتهاء الحريق، ومن ناحية أخرى، يزداد معدل الوقود مع هيمنة أنواع النباتات المقاومة للنّار.

الكلمات المفتاحية: البلوط الفليني، الحريق، الغطاء النباتي المرافق، إيفري

Titre : Dynamique post-incendie de la végétation des subéraies de la région de Tlemcen (forêt d'Ifri)

Résumé : Les incendies de forêt constituent l'un des facteurs perturbateurs des écosystèmes forestiers. Ils provoquent en général la dégradation du couvert forestier et sa végétation accompagnatrice. A Tlemcen, les communautés végétales accompagnatrices des forêts de chêne liège sont souvent touchées par le feu après les pinèdes. Le but de ce modeste travail est d'étudier la composition floristique post-feu de la forêt d'Ifri brûlée en été 2012 (soit 8 ans après le passage de feu). Pour cela, quatre placettes ont été installées en mars 2020 de forme circulaire (un rayon de 20 m). Un inventaire et plusieurs indices écologiques ont été retenus dans cette étude. Les résultats montrent que la composition floristique reste plus au moins constante après le passage d'incendie car la majorité des plantes se régénèrent par souche. En revanche, cette végétation devient plus luxuriante ce qui augmente le taux de combustible avec la dominance des espèces pyrophytes.

Mots clés : chêne-liège, incendie de forêt, dynamique de végétations post-feu, Ifri, Tlemcen

Title: Post-fire dynamics of cork forest vegetation in the Tlemcen region (Ifri forest)

Summary: Forest fires are one of the disturbance factors of forest ecosystems. They generally cause the degradation of the forest cover and its accompanying vegetation. In Tlemcen, the plant communities accompanying the cork oak forests are often affected by fire after the pine forests. The aim of this modest work is to study the post-fire floristic composition of the Ifri forest burned in summer 2012 (ie 8 years after the fire had passed). For this, four plots were installed in March 2020 in a circular shape (a radius of 20 m). An inventory and several ecological indices were retained in this study. The results show that the floristic composition remains more or less constant after the fire has passed because the majority of plants regenerate by stumps. On the other hand, this vegetation becomes more luxuriant which increases the fuel rate with the dominance of pyrophyte species.

Key words: cork oak, wildfire, dynamics of post-fire vegetation, Ifri, Tlemcen

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents qui ont toujours présent pour m'aider et pour leur soutien
tout au long de mon parcours universitaire,

A mes sœurs RABIA, CHEIMA, RADJAA, ISRAA pour leurs encouragements
permanents, et mes frères WALID et MOHAMED,

A mes chers intimes qui j'aime beaucoup :

SOUMIA, IKRAM, NADIA, DJIHANE.

Et AHMED qui m'a beaucoup aidé dans ce travail et m'a encouragé

A toute la promotion EGCB 2019/2020

Que dieu les garde.

Remerciements

Tout d'abord nous remercions le bon dieu le tout puissant qui nous a permis d'achever ce travail et de pouvoir le mettre entre vos mains aujourd'hui.

Je remercie en premier lieu, mon encadreur Mr. BOUHRAOUA RT Prof à l'université de Tlemcen, pour avoir accepté d'encadrer ce travail, je le remercie de m'avoir orienté, aidé et conseillé malgré tous ces mauvaises conditions. Sans lui, ce travail ne sera pas achevé.

Je tiens à remercier tout particulièrement les membres du jury: Monsieur BENABDALLAH Mohamed, MCA à l'université de Tlemcen, et Mademoiselle BARKA Fatiha, MCA à l'université de Tlemcen pour avoir accepté de juger ce travail.

| | |
|---|----|
| Introduction..... | 1 |
| Chapitre I : Considérations générales sur le chêne liège (Quercus Suber L) | |
| I.1. Taxonomie..... | 4 |
| I.2. Répartition géographique | 5 |
| I.2.1. Dans le monde..... | 5 |
| I.2.2 En Algérie | 6 |
| I.3. Caractères botaniques..... | 7 |
| I.3.1. Physionomie..... | 7 |
| I.3.2. Appareil végétatif..... | 7 |
| I.3.2.1. Les racines | 7 |
| I.3.2.2. Le bois | 7 |
| I.3.2.3. Le tronc..... | 8 |
| I.3.2.4. L'écorce | 8 |
| I.3.2.5. Les feuilles..... | 8 |
| I.3.3. Appareil reproducteur | 8 |
| I.3.3.1. Les fleurs | 8 |
| I.3.3.2. Les fruits ou glands | 9 |
| I.4. Exigences écologiques du chêne liège. | 9 |
| I.4.1. Exigence thermique | 9 |
| I.4.2. Lumière | 9 |
| I.4.3. Exigence en eau | 9 |
| I.4.4. Altitude | 10 |
| I.4.5. Conditions édaphiques | 10 |
| I.6. Importance économique | 11 |
| I.7. Intérêt du chêne-liège | 11 |
| I.8. Régénération du Chêne liège..... | 12 |
| I.8.1. Régénération par voie sexuée | 12 |
| I.8.1.1. Régénération naturelle par semis..... | 12 |
| I.8.1.2. Régénération artificielle par semis de glands..... | 12 |
| I.8.1.3. Régénération artificielle par plantation | 13 |
| I.8.2. Régénération par voie asexuée ou végétative..... | 13 |
| I.9. Les ennemies | 14 |
| I.9.1. Les insectes | 14 |

Sommaire

| | |
|--|----|
| I.9.2. Les champignons | 14 |
| I.9.3. Les incendies..... | 14 |
| I.10. La subéraie face aux incendies..... | 14 |
| I.11. Gestion des subéraies après incendie | 15 |

Chapitre II : Un aperçu sur les incendies des forêts

| | |
|---|----|
| II.1. Généralité sur les incendies de forêts | 18 |
| II.1.1. Dans le monde | 18 |
| II.1.2. En Algérie..... | 18 |
| II.1.3. En Tlemcen..... | 20 |
| II.2. Définition de l'incendie | 22 |
| II.3. Mécanisme du feu | 22 |
| II.4. Mode de propagation | 22 |
| II.4.1. La propagation par transmission de chaleur..... | 23 |
| II.4.1.1. Transmission par conduction | 23 |
| II.4.1.2. Transmission par rayonnement thermique | 23 |
| II.4.1.3. Transmission par convection..... | 23 |
| II.4.2. La propagation par déplacement des substances en combustion | 24 |
| II.4.2.1. Par les gaz, liquides et solides..... | 24 |
| II.5. Le triangle du feu | 24 |
| II.6. Facteurs influençant l'impact du feu sur la végétation..... | 25 |
| II.6.1. Fréquence du feu | 25 |
| II.6.2. Intensité du feu | 26 |
| II.6.3. Taille de l'incendie | 26 |
| II.6.4. Caractéristiques du combustible..... | 27 |
| II.6.5. Les conditions météorologiques | 27 |
| II.6.6. Les facteurs topographiques | 27 |
| II.7. Différents types de feux de forêt..... | 28 |
| II.7.1. Feux de sol..... | 28 |
| II.7.2. Feux de surface | 29 |
| II.7.3. Feux de cimes | 29 |
| II.7.4. Sautes de feu ou les braises | 30 |
| II.8. Les causes connues des éclosions | 30 |
| II.8.1. Les causes naturelles | 30 |
| II.8.2. Les causes humaines..... | 30 |

Sommaire

| | |
|--|----|
| II.8.2.1. Les causes humaines involontaires | 30 |
| II.8.2.2. Les causes humaines volontaires | 31 |
| II.9. Régénération après feu des arbres du chêne liège | 31 |

Chapitre III : Présentations du milieu d'étude : forêt domaniale d'Ifri

| | |
|---|----|
| III.1. Historique | 32 |
| III.2. Situation forestière..... | 32 |
| III.3. Relief et topographie | 33 |
| III.4. Milieu physique : | 33 |
| III.4.1. Localisation géographique : | 33 |
| III.4.2. Géologie : | 35 |
| III.4.3. Pédologie | 36 |
| III.4.4. Végétation | 36 |
| III.4.5. Hydrogéologie et hydrographie..... | 37 |
| III.5. Climat | 37 |
| III.5.1. Pluviométrie | 37 |
| III.5.2. Températures | 39 |
| III.6. La synthèse bioclimatique | 40 |
| III.6.1. Classification des étages bioclimatiques en fonction des précipitations..... | 40 |
| III.6.2. Echelle thermo pluviométrique de Martonne..... | 41 |
| III.6.3. Indice de sécheresse estivale (Ise) ou indice xérothermique | 41 |
| III.6.4. Diagramme ombrothermique de Bangnoul et Gausson (1953) | 43 |

Chapitre IV : Méthodologie de travail

| | |
|--|----|
| IV.1. Objectif de l'étude | 45 |
| IV.2. Choix du site et des placettes d'étude | 45 |
| IV.3. Installation des placettes..... | 45 |
| IV.4. Collecte des données | 46 |
| IV.4.1. Relevés géographiques..... | 46 |
| IV.4.2. Relevés topographiques | 46 |
| IV.4.2.1. L'exposition..... | 46 |
| IV.4.2.2. La pente | 46 |
| IV.4.2.3. L'altitude : | 46 |
| IV.4.3. Relevés pédologique | 46 |
| IV.4.4. Relevé de végétation | 47 |
| IV.4.4.1. Méthodologie de travail..... | 47 |

Sommaire

| | |
|---|----|
| IV.5. Indices écologiques ou de diversité..... | 49 |
| IV.5.1. Les indices écologiques de composition..... | 49 |
| IV.5.1.1. Richesse spécifique..... | 49 |
| IV.5.1.2. Abondance relative | 49 |
| IV.5.1.3. Fréquence d'occurrence | 50 |
| IV.5.2. Les indices écologiques de structure..... | 51 |
| IV.5.2.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')..... | 51 |
| IV.5.2.2. Indice de diversité de SIMPSON..... | 51 |
| IV.5.2.3. L'équitabilité de PIELOU | 51 |

Chapitre V : Résultats et discussions

| | |
|---|----|
| V.1. Caractérisation des placettes d'étude..... | 53 |
| V.1.1. Relevés géographiques et topographiques : | 53 |
| Les caractéristiques géographique et topographique des placettes installées sont consignées dans le tableau 18 suivant..... | 53 |
| Tableau n°18 : Caractéristiques géographique et topographique des sites d'étude | 53 |
| V.1.2. Relevés pédologiques | 53 |
| V.1.3. Relevés de végétation..... | 54 |
| V.1.3.1. Abondance de la végétation | 54 |
| V.1.3.2. Indices écologiques | 55 |
| V.1.3.2.1. Richesse spécifique | 55 |
| V.1.3.2.2. Abondance relative | 57 |
| V.1.3.2.3. Indice de SHANNON-WEAVER..... | 58 |
| V.1.3.2.4. Equitabilité de PIELOU | 59 |
| V.1.3.2.5. Indice de SIMPSON | 60 |
| V.2. Discussion..... | 61 |
| Conclusion | 64 |
| Références Bibliographiques | 67 |

Liste des figures

Figure n°01 : Distribution du chêne-liège dans son aire géographique méditerranéenne et atlantique (Institut méditerranéen du liège, 2015).

Figure n°02 : Aire de répartition du Chêne liège en Algérie (MEZALI, 2003)

Figure n°03 : Coupe transversale d'une tige du chêne liège. (IML, 2016)

Figure n°04: Répartition des incendies par région en Algérie (période 1985-2006).

Figure n°05 : Evolution annuelle des superficies de chêne liège (ha) parcourues par le feu.

Figure n°06 : Distribution annuelle des superficies forestières brûlées dans la wilaya de Tlemcen entre 1980 et 2015 (CFT, 2016).

Figure n°07 : Triangle du feu selon MEDDOUR (2014)

Figure n°08 : Types de feux de forêts (MARGERIT, 1998)

Figure n°09 : Schéma du mode de propagation d'un feu de sol (MORETTI, 2015)

Figure n°10 : Les différents types de feux de cimes (FINNEY, 2007)

Figure n°11 : Production de braises par fort vent (MARGERIT, 1998)

Figure n°12 : Vue générale de la forêt en 2009 (photos ; KHOLKHAL D)

Figure n°13 : Localisation de la commune Ain –Fezza (C.F.T, 2016)

Figure n°14 : Situation géographique de la forêt d'Ifri (AMMAR, 2015)

Figure n°15 : Diagramme des précipitations de la station Saf-Saf.

Figure n°16 : Localisation de notre zone l'étude dans le climagramme d'Emberger.

Figure n°17 : Diagramme ombrothermique de Bangnoul et Gausen (1953) de la forêt d'Yfri (LAKEHAL, 2016).

Figure n°18 : Schéma explicatif de la méthode utilisée.

Figure n°19 : Méthode d'installation des bandes au niveau de la placette.

Figure n°20 : Etat d'abondance de la végétation des placettes (photos, mars 2020).

Liste des figures

Figure n°21 : Quelques espèces végétales accompagnatrices de chêne liège dans les placettes d'étude : a (Ciste de montpellier), b (cheverfeuille), c (Arbousier), d (ciste ladanifère)

Figure n°22 : Distribution des fréquences d'occurrence des plantes dans les placettes d'étude.

Figure n°23 : Indice de Shannon calculé pour les quatre placettes d'étude.

Figure n°24 : Equitabilité de Pielou exprimé pour chaque placette d'étude.

Figure n°25 : Répartition de l'indice de Simpson au niveau des placettes.

Figure n°26: Régénération de souche de gauche à droite : Arbousier, Lentisque, chêne vert, Diss et phyllère (octobre 2012, BOUHRAOUA)

Liste des tableaux

Tableau n°01 : Surfaces (ha) occupées par le chêne liège dans différents pays et selon de nombreux auteurs.

Tableau n°02 : Résumé des critères d'aide à la décision concernant les arbres incendiés (AMANDIER, 2004)

Tableau n°03: Nombre de feux et superficies brûlées par année en méditerranée (1990-1999)

Tableau n°04: Bilan des incendies des forêts de chêne liège dans la région Tlemcen (CFT, 2016)

Tableau n°05 : Statistiques concernant les incendies de la forêt d'Ifri.

Tableau n°06 : Coordonnées géographiques de la forêt d'ifri.(AMMAR, 2015)

Tableau n°07 : Précipitation moyennes mensuelles et annuelles (mm) de la période de 2000-2015 (: C.F.W.T, 2016)

Tableau n°08 : Régime saisonnier des précipitations

Tableau n°09 : Les températures minimales, maximales et moyennes ; mensuelle et annuelle de station Saf-Saf (2000-2015)

Tableau n°10 : Amplitude thermique et type de Climat de la Station Saf-Saf

Tableau n°11 : Classification des étages bioclimatiques en fonction des précipitations. Emberger (1930-1955) ; Bangouls et Gausson (1955).

Tableau n°12 : Classification des sous étages en fonction de « m°C »

Tableau n°13 : Classification climatique selon l'échelle de Martonne

Tableau n°14 : La valeur de quotient pluviométrique

Tableau n°15 : Proportion des classes d'Affleurement rocheux et l'affleurement pierreux.

Tableau n°16 : Principales strates de distribution verticale des végétaux

Tableau n°17 : L'abondance de végétation en fonction de taux de recouvrement.

Tableau n°18 : Caractéristiques géographique et topographique des sites d'étude

Tableau n°19 : Recouvrement rocheux et pierreux des sols des 4 placettes d'étude

Liste des tableaux

Tableau n°20 : Distribution de la végétation selon les strates des 4 placettes

Tableau n°21 : Inventaire floristique et richesse spécifique des placettes

Tableau n°22 : Abondance relative des espèces de plantes les plus représentatives dans les inventaires (signalées en caractère gras).

Liste des abréviations

D.G.F : Direction Générale des Forêts.

PNR : Plan national de reboisement.

IML : Institut Méditerranéen du Liège.

CFT : Conservation des Forêts de la Wilaya de Tlemcen.

FAO : l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (Food and Agriculture Organization of the United Nations).

Introduction

Introduction

Les forêts méditerranéennes couvrent environ 81 millions d'hectares (9,4 % de la superficie forestière mondiale) ; elles sont constituées d'une mosaïque d'essences forestières, principalement des feuillus (environ 60%) (MUGNOSSA et al., 2000). Certaines de ces essences ont une importance écologique fondamentale, c'est le cas des subéraies qui occupent 2,7 millions d'hectares.

Dans les forêts méditerranéennes, les feux font partie d'une dynamique naturelle à cause des conditions climatiques spécifiques et d'une végétation inflammable. Selon ALEXANDRIAN et al. (1999), le bassin méditerranéen enregistre annuellement 50 000 incendies et une perte de 600 000 Ha. En Algérie, les gestionnaires forestiers sont confrontés à une tendance générale d'augmentation des superficies brûlées et de la gravité des incendies. Les statistiques montrent qu'entre 1962 et 2012, environ 1.7 million ha de forêts, maquis et broussailles ont été incendiés, soit une moyenne de 30 000 ha chaque année (D.G.F, 2012)

Le passage de l'incendie élimine toute la végétation qui se trouve à la surface et au-dessus de la surface du sol. Pour savoir quel est le devenir de ces communautés brûlées, il est essentiel de voir leur reprise après le passage d'incendie sur des placettes expérimentales (BEKDOUCHE, 2010). Cette dernière est un phénomène observé chez la plupart des arbres forestières mais aussi des arbustes. Ce mode de résistance a permis aux milieux perturbés par les feux d'assurer une dynamique de végétation assurant la couverture du sol et la lutte contre l'érosion et la restauration de la vie sauvage animale et végétale (KEELEY ; 2006 ; CATRY et al., 2012).

Le chêne liège (*Quercus suber*) est une essence endémique du domaine méditerranéo-atlantique où il est présent depuis plus de 60 millions d'années (AAFI, 2006). Il est reconnu dans son aire naturelle, pour son rôle écologique et socio-économique, raison pour laquelle il a été introduit dans différents pays tels l'Argentine, l'Australie, l'Angleterre, les USA, etc. (DURAND, 2009). Parmi les essences typiquement méditerranéennes, cette essence se montre comme le mieux adapté au phénomène structural que représente l'incendie d'été puisque la protection subéreuse lui permet de résister aux passages du feu (PINTUS et RUIU, 2004).

Si le chêne liège est capable de résister à des incendies parfois violents, c'est à l'épaisseur et à la structure de son écorce (présence d'une multitude de compartiments étanches remplis d'air) qu'il doit cette aptitude. En effet, en terme thermique, le tissu subéreux figure parmi les substances douées de la plus haute capacité isolante. L'écorce liégeuse du chêne liège est donc sa meilleure assurance vie.

Le fait de le démascler et de lui ôter cette protection si précieuse aura pour conséquence directe de rendre plus vulnérable le peuplement en cas d'incendie même de faible puissance.

Malgré la perte de tout son houppier et un aspect carbonisé, le chêne-liège possède un important pouvoir de récupération, ce qui fait qu'avant de décider de couper un arbre il faut s'assurer de sa viabilité future. Il est préférable d'attendre le printemps et même le deuxième automne pour évaluer l'état sanitaire de chaque sujet. Ainsi, si le liège protège très efficacement les chênes contre les incendies, ces derniers sont par contre très sensibles aux incendies quand ils ont été récemment récoltés. Dans l'éventuelle coupe rase ou mortalité après incendie de forte intensité, la régénération n'est possible que par rejets de souche, la régénération naturelle par voie sexuée n'aboutit pas (BOUDY, 1950).

La subéraie subissait des incendies plus ou moins violents depuis une longue date, néanmoins elle persiste grâce à sa forte résistance. En effet, quelques semaines après le feu, des rejets et des dragons apparaissent en abondance. (BEKDOUCHE, 2010)

A l'ouest et plus particulièrement dans la région de Tlemcen, parmi les formations végétales existantes, la subéraie attire l'attention par sa richesse floristique et par son importance socio-économique. Outre le liège qui constitue un produit national exportable, la subéraie remplit plusieurs fonctions qui lui attribuent une place particulière à l'échelle régionale, nationale et internationale (LETREUCH-BELAROUCI, 2009). Les autorités algériennes ont mis un programme pour l'extension et la réhabilitation de plus de 10 000 hectares de chene liège. Cette initiative a été faite par les services de forêts en favorisant les surfaces existantes (BOUHRAOUA, 2013).

Le passage de l'incendie élimine toute la végétation qui se trouve à la surface et au-dessus de la surface du sol. Pour savoir quel est le devenir de es communautés brûlées, il est essentiel de suivre leur évolution au cours du temps soit en mode diachronique sur des placettes expérimentales, soit par l'approche comparative sur des placettes parcourues par des feux sauvages dont on connaît la date de la dernière perturbation. Il est intéressant d'étudier quelles sont les espèces qui se réinstallent après le feu et quelle structure sont-elles engendrer au cours du temps après le traumatisme. (BEKDOUCHE, 2010). L'augmentation de l'intensité des feux de forêts dans les subéraies est la principale cause de la dégradation progressive de cet écosystème et de son cortège floristique accompagnatrice, mais l'effet de cette régression s'explique par l'abondance de ces espèces et par conséquent de la quantité du combustible. (SCHAFFHAUSER et al., 2012a,b)

Introduction

Notre travail a été fait au niveau de la forêt de Ifri (Ain fezza) afin d'étudier l'effet des incendies de forêts sur la dégradation de la forêt et de son ambiance forestière mais aussi sur sa biodiversité végétale, et l'étude de la dynamique de la végétation et du sol superficiel de la subéraie de cette forêt après le passage de l'incendie.

Pour ce faire, nous avons structuré notre mémoire en cinq chapitres:

Chapitre I : Considérations générales sur le chêne liège (*Quercus Suber L.*)

Chapitre II : Présente un aperçu sur les incendies des forêts,

Chapitre III : Présentations du milieu d'étude : forêt domaniale d'Ifri,

Chapitre IV : Méthodologie de travail,

Chapitre V : Résultats et Discussions.

Chapitre 01

**Considérations
générales sur le
chêne liège
(Quercus Suber L.)**

Le chêne-liège est considéré comme l'une des essences forestières dont l'aire est naturellement inextensible. Il est étroitement limité au bassin méditerranéen occidental (BOUDY, 1950).

I.1. Taxonomie

Le chêne liège (*Quercus suber* L.) est un arbre circonscrit en Méditerranée occidentale depuis l'ère tertiaire, ce qui lui donne une soixantaine de millions d'années d'existence. Il est décrit pour la première fois par Linnée en 1753 (NATIVIDADE, 1956).

Il appartient à :

- Règne Plantae
- Sous-règne Tracheobionta
- Division Magnoliophyta
- Classe Magnoliopsida
- Ordre Fagales
- Embranchement Angiospermes
- Sous/Embranchement Dicotylédones
- Famille Fagaceae
- Genre *Quercus*
- Espèce *Quercus suber* L.
- Nom vernaculaire: Ballout El feline

Le chêne liège se voit par de différentes nominations selon les pays ; il est nommé en:

Afrique du Nord: cl Fernane

Allemagne: Korkbaum ou Korbeiche

- Angleterre: Cork-oak

- Espagne: Alcomoque

- France: chêne-liège

- Italie: Quercia da sughero

- Portugal: Subrei

I.2. Répartition géographique

I.2.1. Dans le monde

Le chêne-liège est circonscrit à la région de la méditerranée occidentale et déborde le long du sud de la façade atlantique, depuis le Maroc jusqu'au golfe de Gascogne entre les latitudes Nord 31 et 45. On le trouve à l'état spontané dans sept pays : quatre pays européens (Portugal, Espagne, France, Italie) et trois nord-africain (Algérie, Tunisie et Maroc). La répartition mondiale du chêne liège est représentée sur la carte (Fig.01).



Figure n°01 : Distribution du chêne-liège dans son aire géographique méditerranéenne et atlantique (IML, 2015).

Cette essence est signalée dans sept pays dont quatre d'Europe méridionale (Portugal, Espagne, France et Italie) et trois d'Afrique du Nord (Maroc, Algérie et Tunisie) (BOUDY, 1950). Elle couvre une superficie totale d'environ 2 millions d'hectares dont près de 45%, soit environ 900 000 hectares, en Afrique du Nord (Tab.01)

Tableau n°01 : Surfaces (ha) occupées par le chêne liège dans différents pays et selon de nombreux auteurs.

| | SACCA RDY (1937) | NATIVIDA DE (1956) | SEIGUE (1985) | VEILLO N (1998) | YESSA D (2000) | SANTOS PEREIRA et al (2008) |
|-----------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--|
| Portugal | 600 00 | 765 000 | 600 000 | 60 000 | 605 000 | 862 000 |
| Espagne | 340 000 | 350 000 | 365 000 | 340 000 | 352 000 | 725 000 |
| France | 150 000 | 149 000 | 54 000 | 70 000 | 56 500 | 44 000 |
| Italie | 75 000 | 107 000 | 70 000 | 70 000 | 70 000 | 99 000 |
| Algérie | 444 000 | 426 000 | 440 000 | 200 000 | 450 000 | 375 000 |
| Maroc | 300 000 | 360 000 | 320 000 | 300 000 | 345 000 | 440 000 |
| Tunisie | 140 000 | 114 000 | 45 000 | 100 000 | 90 000 | 144 000 |
| Total | 1 509 000 | 2 271 000 | 1 894 000 | 1 140 000 | 1 968 500 | 2 689 000 |

I.2.2 En Algérie

D’après PUYO (2004), en 1858, on estimait la superficie des forêts de chêne liège à 208 000 hectares, dont plus de 190 000 pour la seule région de l’Est. Avec la multiplication des missions d’arpentage, ce chiffre a évolué pour atteindre près de 440 000 hectares durant les années 1870. L’aire d’implantation de chêne-liège se limite au littoral et à la région des chaînes telliennes. En effet, il présente la particularité d’être d’implantation spontanée aussi bien en plaine qu’en montagne jusqu’à une altitude de 1400 mètres, tels les massifs forestiers de Kabylie où la pluviométrie annuelle dépasse souvent les 1000 millimètres, et le versant sud du Parc National de Theniet El-Had.

Selon BOUDY (1955), les subéraies algériennes végètent dans des conditions écologiques particulièrement favorables : tranche pluviométrique de plus de 1000mm/an, substrat perméable composé de grès numidien (Eocène) entrecoupé de couches aquifères donnant naissance à des bons sols forestiers profonds. L’auteur cite quelques beaux massifs où se produit le meilleur liège d’Algérie. Parmi eux ceux de la Grande Kabylie représentés par les forêts des Béni-Ghobri, de Tamgout, de Taourirt Ighil, et ceux de Jijel avec les forêts de Ouled El-Hadj et des Béni-Toufout.

Le Chêne liège est présent dans 23 wilayas : Annaba, El-Tarf, Guelma, Skikda, Souk Ahras, Jijel, Mila, Constantine, Bejaia, Setif, Tizi-Ouzou, Boumerdes, Blida, Ain Defla, Oran, Tlemcen, Bouira, Medea, Chlef, Tipaza, et Mascara (fig.02).



Figure n°02 : Aire de répartition du Chêne liège en Algérie (MEZALI, 2003)

I.3. Caractères botaniques

I.3.1. Physionomie

Le chêne liège est un arbre de petite taille, ne dépassant guère les 13 m, mais pouvant néanmoins atteindre 25 m. Son port est variable en fonction de la densité du peuplement : tronc court et houppier étalé dans les peuplements clairs (impact anthropique marqué) ou tronc long et houppier élancé dans les peuplements denses.

Le chêne liège est toutefois une espèce héliophile, il présente un couvert léger laissant passer la lumière. Il peut vivre jusqu'à 250 à 300 ans mais les levées successives, les éventuels incendies et les conditions stationnelles, diminuent fortement cette longévité (CHAABNA, 2012)

I.3.2. Appareil végétatif

I.3.2.1. Les racines

Système racinaire pivotant avec des ramifications latérales puissantes, permettant un enracinement profond dans le sol et qui peuvent en outre être mycorhizées par des champignons des genres *Boletus*, *Russula* et *Lactarius*. Le chêne liège présente une grande vigueur qui se traduit par un bon rejet de souche, facilitant la reprise après coupe ou incendie (CANTAT et PIAZZETTA, 2005).

I.3.2.2. Le bois

Le bois du chêne liège est dur, lourd, clair et légèrement rosé. Il sèche difficilement et se fend facilement. Une fois déliage, il fournit un excellent bois de chauffage. (CHAABNA, 2012)

I.3.2.3. Le tronc

Le tronc, généralement court, se ramifie à une faible hauteur. Il est recouvert d'un liège épais fortement crevassé longitudinalement. La circonférence à 1,30 m du sol est de 70cm entre 27 et 35 ans ; elle peut atteindre des dimensions importantes. NATIVIDADE, (1956) signale l'abattage, en 1876 au Portugal, d'un spécimen de 12 m de circonférence à la base. Sa longévité est de 80 à 100 ans dans l'étage bioclimatique semi-aride et de 200 ans dans l'humide (METRO, 1958).

I.3.2.4. L'écorce

L'écorce est la caractéristique la plus singulière du chêne liège. Sur les arbres qui n'ont jamais été écorcés, il s'agit d'une couche de couleur grisâtre, peu dense et avec de nombreuses et profondes crevasses le long du tronc. L'écorce est essentiellement composée de liège (succession de cellules mortes et creuses) généré par l'assise subéro-phellodermique (CANTAT et PIAZZETTA, 2005).

I.3.2.5. Les feuilles

Le chêne-liège est un arbre à feuilles persistantes (2 à 3 ans). Elles sont de taille et de forme très variables (oblongue, ovale, ou ovale lancéolée), elles mesurent 3 à 5 cm de long sur 1,5 à 4 cm de large. Certains arbres (rares) ont des feuilles typées ("en cuiller", longues et fines, etc.); sur d'autres la morphologie des feuilles varie avec leur position sur le rameau et sur l'arbre et avec l'année (FRAVAL, 1991).

Selon de nombreux auteurs, les feuilles du chêne-liège passent 2 à 3 années sur l'arbre avant de tomber. Le débourrement (ou apparition de nouvelles feuilles) a lieu au printemps, en effet la majorité des anciennes feuilles tombent graduellement au fur et à mesure que les nouvelles se forment, de sorte que l'arbre n'est jamais complètement dépouillé (NATIVIDADE, 1956).

I.3.3. Appareil reproducteur

I.3.3.1. Les fleurs

Espèce monoïque. Les fleurs mâles sont regroupées en grappes « chatons » de 40 à 80mm de long au bout des pousses de l'année précédente. Les fleurs femelles souvent solitaires ou groupées par trois ; en chatons courts (5 à 40 mm de long) poussent isolément à la base des feuilles de la pousse de l'année.

D'après (LAMEY, 1983), le climat et l'exposition conditionnent la floraison qui commence dès l'âge de 12-15 ans et déroule entre la fin avril et la fin mai (PIAZZETTA, 2005). Quant à la

régénération, elle se fait soit par semis naturel des glands et/ou par rejet de souche à la suite de l'intervention de l'Homme ou du feu (TLILI, 2003).

I.3.3.2. Les fruits ou glands

Le fruit est un gland. Il est de taille très variable, de 2 à 4,5 cm de long sur 1,5 à 1,8 cm de diamètre (CAMUS, 1938), de forme généralement trapu et arrondi, lisse, brillant de couleur brune. La partie inférieure, tronquée, portant une cicatrice rugueuse et saillante, est enfermée dans une cupule sur 1 à 2,5 cm. La cupule est de taille et de forme très variable ; munie d'écailles grise croissant en longueur de la base au sommet, elle est portée par un pédoncule assez court, de forme allongée et conique à sa partie inférieure.

L'extrémité distale du gland se termine par une pointe courte, velue, où peuvent s'observer les restes desséchés des stigmates.

I.4. Exigences écologiques du chêne liège.

I.4.1. Exigence thermique

Pour la température, *Quercus suber* est une espèce relativement thermophile, liée aux variantes non froides des bioclimats humides et subhumides, voire semi-aride en cas de compensation hydrique (nappe phréatique ou forte humidité de l'air), (El ANTRYTAZIET al., 2008). Il demande une température douce, dont l'optimum se situe entre 13°C et 18°C, elle ne supporte pas les gelées de -9°C, longtemps (1 à 2 jours) (BOUDY, 1952).

I.4.2. Lumière

Le chêne-liège est une essence héliophile, de ce fait il exige une forte insolation. FROCHOT et LEVY (1986), estiment que l'augmentation de l'éclairement provoque la levée de dormance d'une partie du stock de graines au sol et permet une photosynthèse plus intense. Des observations quantifiées confirment que la survie des semis et leurs croissances augmentent sensiblement avec l'éclairement relatif.

L'humidité est également un facteur limitant, car bien qu'étant xérophile, le chêne liège nécessite une humidité atmosphérique d'au moins 60% même en saison sèche.

I.4.3. Exigence en eau

L'arbre est remarquablement plastique vis-à-vis des précipitations. Sa moyenne annuelle varie de 441 à 1700 mm ; il est exigeant en humidité atmosphérique, surtout en saison sèche, condition qu'il rencontre seulement au voisinage de la mer en zone méditerranéenne mais jusqu'à 200 à 300

kilomètres des côtes atlantiques (El ANTRY et al., 2008). Maire (1926), souligne que le *Quercus suber* ne se développe que dans les régions où les précipitations sont fortes (>600 mm). Selon ZERAIA (1981), la fréquence des pluies pendant la période estivale constitue l'élément le plus important pour la régénération du chêne-liège.

I.4.4. Altitude

Le chêne-liège se développe en conditions humides et subhumides du niveau de la mer jusqu'à 2000 m d'altitude, mais sa croissance optimale se produit jusqu'à 600 m d'altitude (PEREIRA, 2007).

I.4.5. Conditions édaphiques

Le chêne-liège est un arbre au tempérament généralement calcifuge, se plaisant surtout le substrat siliceux et acide (schiste et grès). Il recherche des sols meubles, de textures légères, bien aérées et riches en matière organique, profonds au pH acide ou proche de la neutralité (KHELOUFI et al. 2015). En Algérie, ses terrains d'élection sont les grès éocènes (NUMIDIEN et MEDJANIEN), terrains forestiers par excellence. Sa végétation est bonne aussi sur les terrains azoïques et sur les granits (SACCADY, 1938).

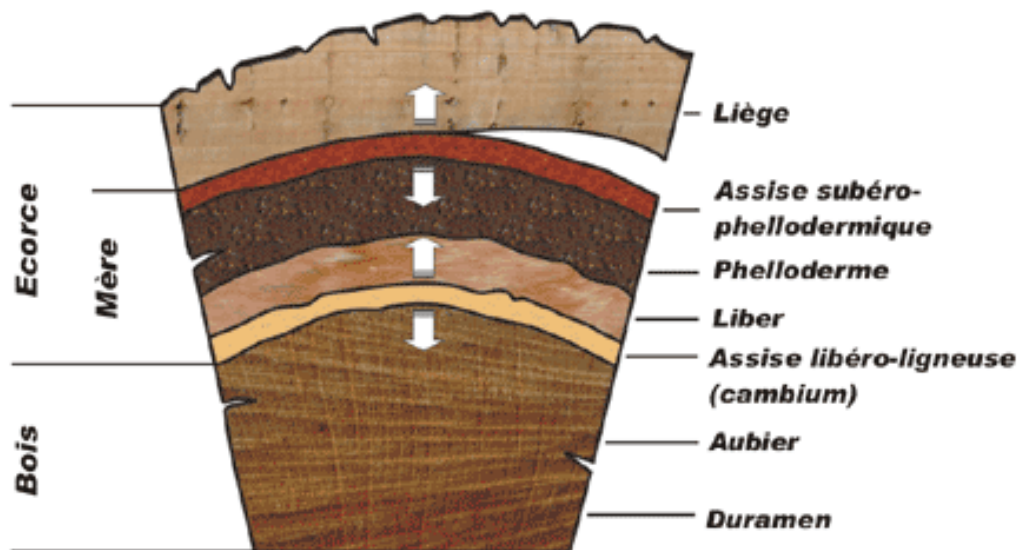


Figure n°03 : Coupe transversale d'une tige du chêne liège. (IML, 2016)

Une seconde assise génératrice fonctionne entre le liber et le liège, c'est l'assise génératrice externe ou phellogène. Vers l'extérieur, elle donne naissance au liège et vers l'intérieur au phelloderme, tissu insignifiant qui se réduit à un feuillet très mince visible seulement au microscope.

Le liber est très chargé en tanin ce qui lui donne le nom d'écorce à tan. Les liégeurs lui donnent plutôt le nom de mère en raison de son rôle dans la formation du liège de reproduction. C'est un tissu de couleur rosée, rugueux, dur, renfermant de nombreux granules qui crissent sous le couteau (cellules pierreuses). Il est essentiellement vivant et sert à la conduction de la sève élaborée qui vient des feuilles.

Le liège au contraire, est souple, compressible, élastique, isolant. C'est un tissu mort qui joue vis-à-vis de l'arbre le rôle d'un revêtement protecteur par excellence. (SACCARY, 1938).

I.6. Importance économique

L'importance économique du chêne liège réside essentiellement dans son écorce, le liège, qu'il produit régulièrement tout au long de sa vie. Ce matériau particulièrement léger, souple, élastique, imperméable et non conducteur pour la chaleur est utilisé depuis l'antiquité pour des fins diverses (BOUDY, 1950).

D'abord employé dans la navigation et la pêche sous forme de flotteurs pour filets de pêche ou de bouées d'ancre de navires, (DESSAIN, 1992); il a ensuite été utilisé en industrie pour la fabrication de divers produits et sous-produits tels que l'aggloméré d'isolation et de décoration, les revêtements, les décors auto-adhésifs, la maroquinerie, les granulés et surtout les bouchons. C'est après l'apparition de la bouteille en verre, au milieu du XVIIème, que l'arbre a commencé à être mis en valeur à la recherche de son liège (mâle) pour en faire de bouchons, mais le véritable démasclage n'a commencé qu'au XVIIIème en Espagne (BATTISTINI, 1938).

I.7. Intérêt du chêne-liège

Selon ZINE (1992), la subéraie constitue un patrimoine écologique au sens le plus noble de l'écologie qui il faut absolument conserver. Le même auteur ajoute que la subéraie Algérienne joue par sa position et son rôle socio-économique pour la population de la montagne et leurs troupeaux un rôle déterminant qu'il faut préserver ; elle constitue une protection extraordinaire contre l'érosion.

D'après DJARPHAR (1996), le liège constitue un potentiel économique non négligeable par sa valeur industrielle et ses diverses utilisations (agglomérés d'isolation, revêtement, décoration, bouchons et articles divers). DESSAIN (1992), ajoute qu'il est utilisé aussi pour la chaussure (utilisation très ancienne et actualisée), la fabrication des ruches, dans l'art de natation, etc.

AUBERT (1995), indique d'autres intérêts comme l'utilisation des glands pour la nourriture de bétail tels que les ovins, les caprins, la forêt héberge en sous-bois pour les troupeaux nourris en plein air, les tannins pour les industries de tannage de cuirs, bois dur pour la menuiserie, bois de chauffage.

I.8. Régénération du Chêne liège

Le problème de la régénération du chêne liège domine les débats de la foresterie en Algérie, et ce en raison des problèmes rencontrés pour rajeunir les peuplements. La pérennité d'un peuplement forestier ne peut être assurée que lorsque ce dernier arrive à se régénérer naturellement.

La régénération est la phase de vie qui perpétue la forêt et l'espèce. Elle dépend de multiples facteurs dont certains sont relativement faciles à maîtriser, et d'autres sont totalement incontrôlables. Pour le chêne liège, le premier facteur est la fréquence des glandées dépendant du climat, puis la germination et le développement des semis, qui eux dépendent de la structure du peuplement, de la réceptivité du sol et de la lumière. Dans les conditions très favorables, le chêne liège présente une excellente capacité à se régénérer par semis naturel, par drageonnement, par rejet de souche et par bouturage.

I.8.1. Régénération par voie sexuée

I.8.1.1. Régénération naturelle par semis

Bien que le chêne liège soit une essence de lumière, les jeunes plants issus de la germination des glands tombés au sol, ont besoin durant leurs premières années, d'un couvert végétal léger, pour se protéger pendant les mois d'été des insolation et des vents desséchants. L'absence de ce dernier serait la cause principale rendant aléatoire la régénération (BOUDY 1950 ; BELGHAZI et al., 1995).

Toutefois, un sous-bois dense et élevé concurrence souvent les jeunes plants qui finiront généralement par disparaître (DAHMANI et al., 2000). D'autres facteurs peuvent aussi être défavorables à l'installation et la survie des semis de chêne liège, notamment le recouvrement des arbres de la futaie et la réceptivité du sol (MESSAOUDENE et al, 2003).

I.8.1.2. Régénération artificielle par semis de glands

Le semis de glands se fait dans des terrains ayant subis préalablement un labour profond de 40cm en plein, complété par un labour superficiel effectué dans le sens perpendiculaire au premier. Les glands préalablement traités par une solution fongique, sont semés dans des potêts de 20x30cm de

profondeur à raison de quatre glands chacun et déposés à une profondeur de 3 à 4cm. La réussite de cette régénération est conditionnée aussi bien par la mise en défens du périmètre, que par les soins et entretiens apportés, notamment, les arrosages en été, le binage et le désherbage des jeunes plants (BELGHAZI et al, 2001).

I.8.1.3. Régénération artificielle par plantation

Il s'agit de la mise en terre de plants de chêne liège préalablement produits en pépinière. C'est une opération qui nécessite des travaux préparatoires, notamment la préparation du sol et le débroussaillage.

En Algérie, depuis l'année 2000, la direction générale des forêts (DGF), consciente de la dégradation avancée de l'aire naturelle du chêne liège et de ses peuplements productifs ainsi des pertes financières liées à la chute de la production de liège, a établi un programme national de reboisement (PNR) prometteur et audacieux. Ce programme inscrit dans le contexte global de la réhabilitation de la subéraie algérienne dans sa première phase, n'a pas atteint les objectifs tant attendus pour plusieurs raisons, notamment d'ordre technique (MESSAOUDENE, 2009).

En effet, malgré que le choix des parcelles à reboiser soit bien justifié, du moment qu'elles sont toutes confinées dans l'aire du chêne liège, les densités proposées restent faibles par rapport à la norme méditerranéenne et les plantations sont généralement effectuées tardivement avec des plants présentant souvent des défauts rédhibitoires.

I.8.2. Régénération par voie asexuée ou végétative

Le chêne liège peut se régénérer vigoureusement par rejets de souche. Toutefois, sa capacité à se régénérer par cette voie végétative est très influencée par l'âge des arbres. En effet, il a été constaté que le diamètre moyen requis pour espérer obtenir une bonne régénération par rejet ne doit guère dépasser les 80 cm (MESSAOUDENE et al., 2009). De même, la faculté d'émettre les rejets s'amointrit pour les arbres soumis régulièrement au déliègeage (SEIGUE, 1985).

Les rejets qui se forment ont une croissance assez rapide. Ils forment d'abord une cépée assez touffue, mais leur nombre se restreint dans les premières années par le jeu de la concurrence (SACCARDY, 1937). Ainsi, le plus souvent, à l'âge de 22 à 40 ans, selon de la fertilité des parcelles, suite à la sélection naturelle, les cépées se composent d'au moins quatre brins (MESSAOUDENE et al., 2009).

La reconversion de ce taillis en futaie sur souche est possible si des opérations sylvicoles sont adoptées. Aussi, le forestier peut le faire évoluer vers la structure composée du taillis sous futaie. L'objectif, dans ce cas, est d'éduquer les brins d'élite du taillis en semenciers qui permettront d'assurer la régénération naturelle.

Le chêne liège peut aussi se régénérer grâce aux drageons émis par ses racines traçantes, en particulier en cas de traumatisme, notamment après un incendie. Les diverses techniques et procédés de marcottage permettent de régénérer artificiellement le chêne liège. Greffé sur d'autres chênes, il donne de bons résultats.

Les techniques évoquées sont assez anciennes, mais il pourrait bénéficier des progrès récents réalisés dans le domaine de la multiplication, notamment la culture *in vitro* qui permet la régénération de plantes entières à partir de la micropropagation de bourgeons axillaires issus de plantules de Chêne-liège (EL KBIACH et al., 2002).

I.9. Les ennemies

I.9.1. Les insectes

Les principaux insectes qui attaquent le chêne-liège sont : le grand capricorne (*Cerambyx cerdo* L), qui attaque le bois du tronc et des branches, le bombyx disparate (*Lymantria dispar* L) et la tordeuse verte (*Tortrix viridana*), qui attaquent les feuilles et les bourgeons, le carpocapse des glands (*Cydia fagiglandana*), la fourmi du liège (*Crematogasters cutellaris*), (BELAIDI, 2010).

I.9.2. Les champignons

Ils provoquent des dégâts non négligeables. Ils touchent généralement les feuilles et le bois. On cite *Armillaria* et *Polyporus* (BELAIDI, 2010).

I.9.3. Les incendies

Le chêne-liège est une espèce la plus résistante au feu. Les arbres exploités résistent encore plus au feu (sauf si le feu vient juste après le démasclage), parce que le liège, un des tissus végétaux le plus isolant, renforce la résistance du chêne-liège vis-à-vis du feu (BELAIDI, 2010).

I.10. La subéraie face aux incendies

La subéraie subissait des incendies plus ou moins violents depuis une longue date, néanmoins elle persiste grâce à sa forte résistance. En effet, quelques semaines après le feu, des rejets et des drageons apparaissent en abondance.

L'intensité du feu peut être appréciée par des indices indirects: degré de calcination de la végétation, importance des chicots résiduels, aspect de la surface du sol brûlée plus ou moins profondément. L'observation des chênes lièges et de la façon dont ils "repartent" après le feu peut fournir des indications assez précises, utilisables pour pronostiquer leurs chances de survie.

Si le chêne-liège est capable de résister à des incendies parfois violents, c'est à l'épaisseur et à la structure de son écorce (présence d'une multitude de compartiments étanches remplis d'air) qu'il doit cette aptitude. En effet, en terme thermique, le tissu subéreux figure parmi les substances douées de la plus haute capacité isolante. L'écorce liégeuse du chêne-liège est donc sa meilleure assurance vie. (BEKDOUCHE, 2010).

Le fait de le démascler et de lui ôter cette protection si précieuse aura pour conséquence directe de rendre plus vulnérable le peuplement en cas d'incendie même de faible puissance. FRICOUT (1913) et BOUARBI (1936) écrivaient à propos de la forêt de Mizrana que si un incendie survenait pendant les trois premières années qui suivent l'écorçage, la plus grande partie des arbres écorcés pourrait être considérée comme perdue.

Malgré la perte de tout son houppier et un aspect carbonisé, le chêne-liège possède un important pouvoir de récupération, ce qui fait qu'avant de décider de couper un arbre il faut s'assurer de sa viabilité future. Il est préférable d'attendre le printemps et même le deuxième automne pour évaluer l'état sanitaire de chaque sujet. Ainsi, si le liège protège très efficacement les chênes contre les incendies, ces derniers sont par contre très sensibles aux incendies quand ils ont été récemment récoltés.

Dans l'éventuelle coupe rase ou mortalité après incendie de forte intensité, la régénération n'est possible que par rejets de souche, la régénération naturelle par voie sexuée n'aboutit pas (BOUDY, 1950). En effet, malgré la germination des glands parfois en abondance, les semis ne résistent pas à la sécheresse estivale.

I.11. Gestion des subéraies après incendie

Dans le domaine de la rénovation des subéraies, il s'agit de restaurer des parcelles en intervenant sur l'aspect sanitaire et sylvicole. La sécurisation des parcelles doit être réalisée afin de redonner un accès aux propriétés (VEILLE, 2004).

La gestion des subéraies après incendie doit être vue sous deux aspects qui peuvent parfois sembler contradictoires : la protection et la production.

Le démasclage du liège rend les arbres plus sensibles au feu plusieurs années après l'écorçage, d'autant plus s'ils ont été blessés. On constate que l'augmentation de l'intensité et de l'envergure des incendies en subéraies est principalement la conséquence d'une régression progressive de l'activité forestière et de celles qui lui sont associées (sylvopastoralisme et agriculture), ce qui a pour effet d'augmenter la quantité de combustible du sous-bois. Mais l'incendie est également une des causes de cette régression, par le découragement qui peut toucher les propriétaires forestiers par suite du passage du feu, initiant ainsi un cercle vicieux aboutissant à l'abandon de tout acte de gestion subéricole. En effet, la faible valorisation économique du liège brûlé face à l'importance des coûts que peut représenter la rénovation d'une subéraie incendiée d'incite pas aux investissements.

Du point de vue environnemental, on a remarqué que la dynamique des feux de forêts influait fortement sur la reconstitution de la végétation, et il était mis en évidence une interaction entre les effets des incendies et ceux de la sécheresse (IML, 2016).

La couche du suber que forme le liège permet de préserver les cellules de la couche mère. Le cambium possède des cellules capables de se différencier sous l'effet du stress occasionné par le feu, pour former des bourgeons sous l'écorce qui vont se réveiller une fois la dominance apicale levée par l'incendie (AMANDIER, 2004 ; BURROWS AND CHISNALL, 2016). Mais malgré cette apparente invulnérabilité, le passage du feu n'est jamais sans conséquence pour le subéraie, surtout si cette dernière a été exploitée peu avant. Il convient donc d'établir une typologie permettant d'estimer les chances de survie d'une chêne liège après incendie (Tab.02) (IML, 2016).

Tableau n°02 : Résumé des critères d'aide à la décision concernant les arbres incendiés
(AMANDIER, 2004)

| Violence du feu Brûlure du houppier | Tronc protégé par un liège assez épais | Tronc découvert par récolte récente ou blessure |
|--|---|--|
| Première degré | Conserver | Recéper |
| Deuxième degré | Conserver | Recéper |
| Troisième degré | Recéper | Recéper |
| Quatri7me degré | Recéper | Recéper |

Après le feu, il est important de définir les objectifs de gestion et de planifier les actions de restauration en conséquence. En général, l'objectif le plus courant pour les peuplements de chênes lièges brûlés est de restaurer la production de liège dès que possible.

Les alternatives de gestion post-incendie dans les forêts de chênes lièges dépendent en grande partie de la sévérité du feu. Une évaluation multidisciplinaire des dommages doit donc être réalisée en priorité pour identifier les impacts et les risques économiques et écologiques directs et indirects (CATRY et al, 2012).

Le temps minimum requis pour recommencer à extraire du liège de bonne qualité (c'est-à-dire pouvant être utilisé dans la fabrication des bouchons) sera d'environ 40ans pour les arbres morts et remplacés par plantation, de 30ans pour les arbres survivants avec une mortalité de la tige et de 10ans pour les arbres avec une bonne régénération de la cime (AMANDIER, 2004 ; CATRY et al, 2012).

Au niveau de l'écosystème, les conséquences écologiques les plus courantes du feu incluent des facteurs tels que : diminution de la couverture et de la vigueur des arbre, diminution de la production de glands, réduction du potentiel de régénération et de l'alimentation du bétail et de la faune, diminution du carbone, nutriments et la rétention d'eau, et augmentation de l'érosion du sol risque (TRABAUD, 1974 ; FAO 2000, CATRY et al., 2012). Tous ces problèmes économiques et écologiques doivent être pris en compte lors de la définition des objectifs de gestion post-incendie et de l'évaluation des alternatives possibles pour les atteindre.

Après évaluation des impacts du feu et des risques associés, la zone brûlée doit être divisée en unités présentant des caractéristiques homogènes, Ensuite, les prescriptions pour chaque unité de gestion devraient prendre en compte l'urgence, la valeur des ressources et les possibilités de réussite (IML, 2016).

Chapitre 02

**un aperçu sur les
incendies des forêts**

II.1. Généralité sur les incendies de forêts

II.1.1. Dans le monde

Chaque année, des incendies se déclarent sur plusieurs centaines de millions d'hectares de forêts et d'autres formations végétales à travers le monde. La terre sous son effet, perd 1% de son capital boisé, soit 350 millions d'ha. En méditerranée, et à la faveur du climat et de la végétation, le feu est considéré comme la principale menace qui pèse sur les forêts.

Au cours de la période (1995-2004) 50 000 foyers détruisent annuellement de 700 000 jusqu'à 1 million d'hectares de forêts (DIMITRA et MITSOPOLOUS, 2006). Le tableau n°03, illustre quelques données sur les feux de forêts et donne le nombre de foyers et les superficies brûlées en ha/an.

Tableau n°03: Nombre de feux et superficies brûlées par année en méditerranée
(1990-1999)

| Pays | Nbre de feux /année | Sup brûlée (ha/an) | Sup brûlée/feu |
|-----------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| Portugal | 28143 | 143 695 | 5,11 |
| Espagne | 20482 | 109 345 | 5,34 |
| Italie | 8608 | 78 100 | 9,07 |
| France | 5172 | 23 462 | 4,54 |
| Turquie | 1914 | 9 213 | 4,81 |
| Grèce | 1796 | 38 912 | 21,67 |
| Algérie | 1671 | 64 281 | 38,47 |
| Maroc | 315 | 3340 | 10,60 |
| Chypre | 156 | 1955 | 12,53 |
| Tunisie | 101 | 1900 | 18,81 |

II.1.2. En Algérie

L'incendie représente sans aucun doute le facteur de dégradation le plus ravageur de la forêt en Algérie (MEDDOUR et al., 2008). La superficie incendiée se répartit de façon inégale sur les trois régions du pays (Fig.04).

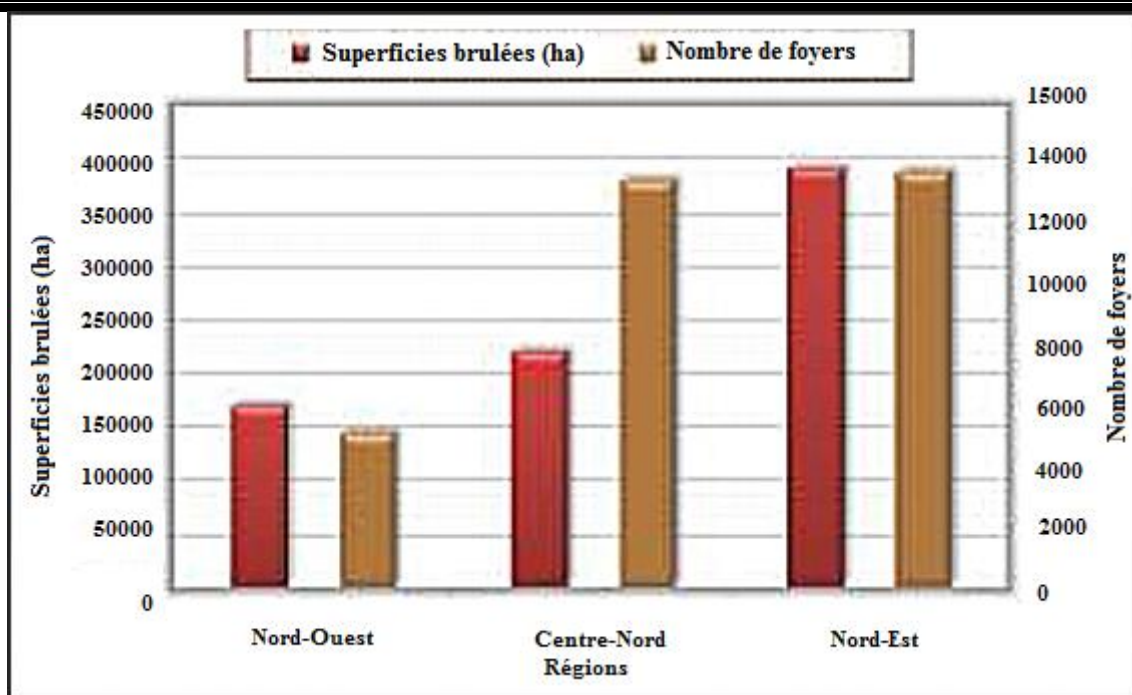


Figure n°04: Répartition des incendies par région en Algérie (période 1985-2006).

La région nord-est est la plus touchée avec 50%, puis vient la région centre-nord en seconde position avec 28,21%. La région nord-ouest se classe la dernière avec 21,73%. Ceci s'explique par l'importance des massifs forestiers suivant que l'on se déplace du nord-ouest vers le nord-est du pays. Le classement suivant sur le nombre de feux par région obéit à la même logique que celle des superficies incendiées.

La superficie moyenne incendiée par foyer suivant les régions nous renseigne sur l'importance de celle-ci dans la région nord-ouest du pays, ce qui atteste de l'importance des foyers d'incendies dans cette région. Ceci est dû, vraisemblablement, à la lenteur de l'intervention, à l'éloignement des massifs forestiers, de moyens d'intervention et à la composition floristique des massifs forestiers en essences très combustible, notamment, le pin d'Alep.

Dans les autres régions, plus particulièrement celle du centre-nord, cette moyenne dénote l'importance du nombre de foyers, causé essentiellement par une forte concentration humaine dans ces massifs. En retour, cette présence, active l'acheminement des moyens pour lutter rapidement contre les incendies afin de contrecarrer les 6 menaces qui pèsent sur les populations enclavées dans les massifs forestiers fortement boisés et densément peuplés.

Dans la région nord-est, malgré la forte concentration des massifs forestiers, nous constatons que l'intervention y est relativement lente, car la majorité de ces massifs sont difficiles d'accès (ARFA et al, 2013).

En Algérie, les gestionnaires forestiers sont confrontés à une tendance générale d'augmentation des superficies brûlées et de la gravité des incendies. Les statistiques montrent qu'entre 1962 et 2012, environ 1.7 million ha de forêts, maquis et broussailles ont été incendiés, soit une moyenne de 30 000 ha chaque année (D.G.F, 2012).

En ce qui concerne les forêts de chêne liège, les feux ont parcouru depuis longtemps presque annuellement des surfaces variables. Ainsi, les statistiques fournies par la Direction Générale des Forêts pour une période de 27 ans (1985-2012), montrent que les incendies de forêts ont ravagé une surface totale en chêne liège d'environ 200 000 ha ce qui représente une surface moyenne annuelle de 7300 ha (Fig.5).

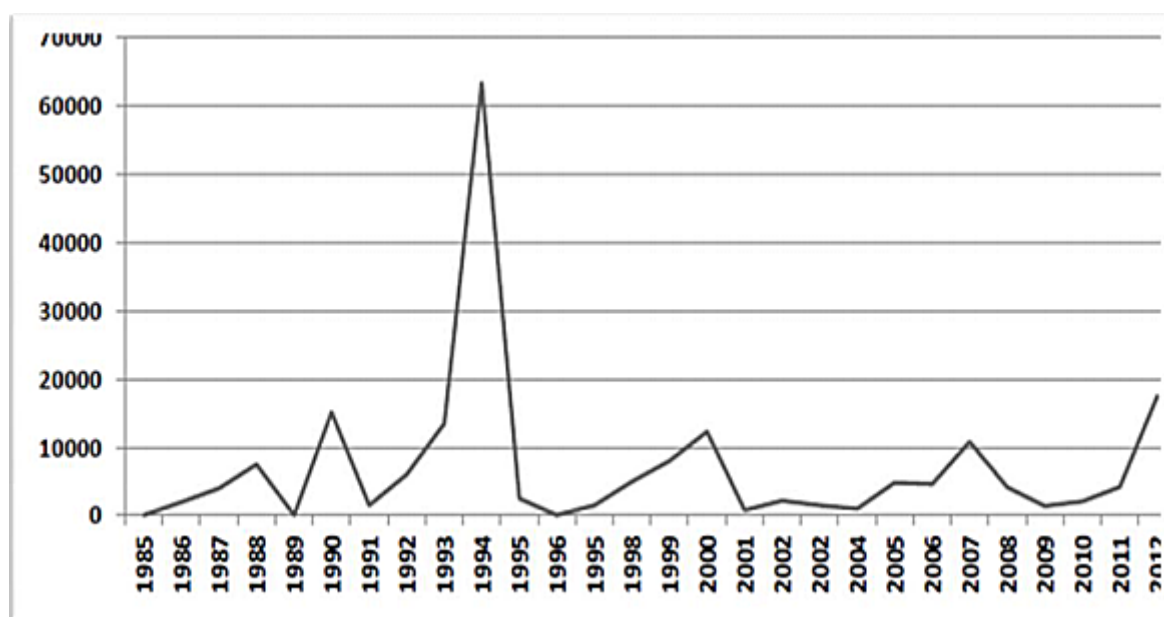


Figure n°05 : Evolution annuelle des superficies de chêne liège (ha) parcourues par le feu.

Les incendies catastrophiques sont enregistrés plus particulièrement en été 1994 atteignant une surface record de 63 328 ha. D'autres de gravité moindre sont notés en 1990, 1993, 2000, 2007 et le dernier en été 2012. Durant ces années, les incendies ont atteint des surfaces variant entre 10 et 17.000 ha (Fig.5) (DGF, 2013).

II.1.3. En Tlemcen

Dans la région de Tlemcen, on enregistre 60000 ha de superficie parcourue par le feu dans une période de 35 ans de 1980 à 2015 soit une moyenne de 1500 ha chaque année (CFT, 2016) (Fig.06). Dans cette même période, on note aussi 1600 départs de feu avec une moyenne de 45 départs par an.

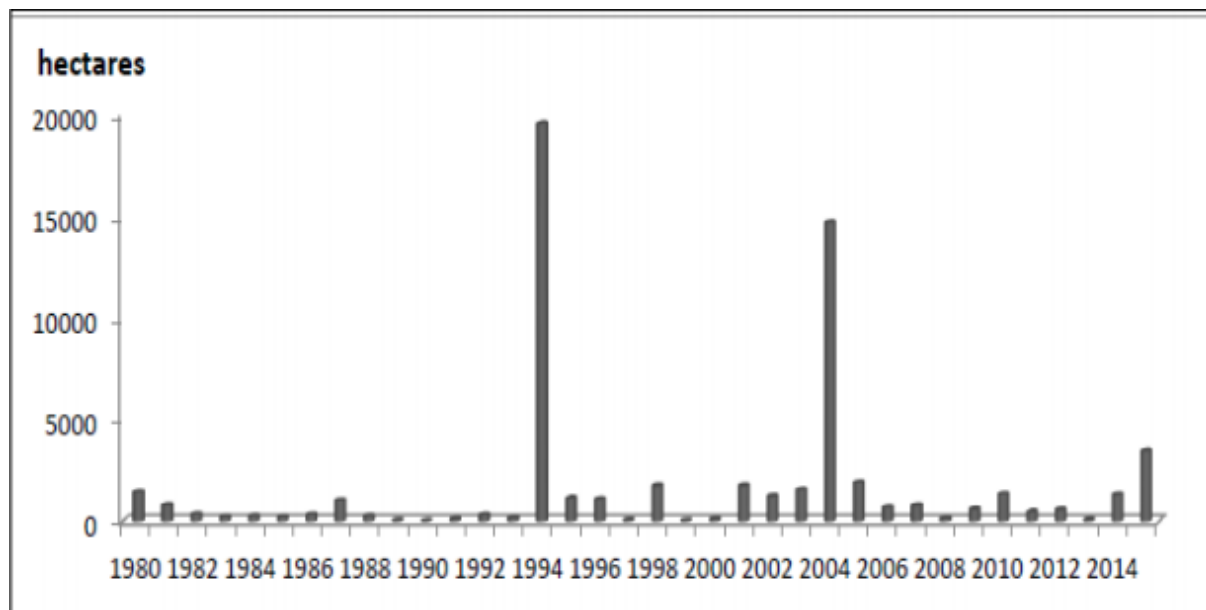


Figure n°06 : Distribution annuelle des superficies forestières brûlées dans la wilaya de Tlemcen entre 1980 et 2015 (CFT, 2016).

Cette figure montre des années catastrophiques où les superficies ont dépassé les 10000 ha comme c'est le cas de l'année 1994. Dans cette année, on enregistre une superficie importante brûlée de 19500 ha. Une seconde année sinistrée est notée en 2004 avec 14600 ha de couvert forestier brûlé et enfin, l'année 2015 est aussi considérée dommageable par le feu avec une superficie brûlée de 3500 ha.

Dans le tableau n°04 suivant montre le bilan des incendies de chêne liège dans la wilaya de Tlemcen. On constate que la superficie brûlée augmente avec les années hors campagne. Le feu a brûlé plus de superficie de chêne liège en 2007 et 2015.

Tableau n° 04: Bilan des incendies des forêts de chêne liège dans la région Tlemcen (CFT, 2016)

| Années | Daira | Commune | forêt ou Lieu-dit | Superficie incendiée (Ha) | Essences |
|----------------------|--------------|-------------------|-----------------------------|---------------------------|---|
| 2007 | Chetouane | Ain Fezza | Oum Allou | 8 | 05 broussailles et 03 ch vert et liège |
| | Mansourah | Ain Ghoraba | Oued feden | 150 | 38 ch liège 40 maquis ch vert 40 BR |
| | Mansourah | Mansourah | FD Zarifait | 55 | 20 ch liège 35 Maquis |
| HORS CAMPAGNE | | | | | |
| 2014 | Ouled Mimoun | Béni Smiel | Châabet Boudali Zerdeb Sud | 45 | 15 ha Chêne Liège - 30 ha Broussailles |
| | Mansourah | Terny | Zariffet | 10 | 07 ha Broussailles - 03 ha chêne liège |
| | Chetouane | AinFezza | Oum Allou | 1,5 | 01 ha Broussailles - 0,5 chêne liège |
| 2015 | Chetouane | AinFezza | Tafrenet | 03 | Broussaille (Calycotum-Oléastres-Doum-Diss) +quelque sujets Chêne Liège |
| | AinTellout | AinTellout | Djorf El Ougab - FD Slissen | 15 | Broussailles |
| | Mansourah | Mansourah - Terny | Zariffet | 208 | 35 ha Forêt de Chêne l- 67 ha Maquis dégradé de Chêne vert - 106 ha Broussailles (Doum-Diss-Calycotum) et quelques sujets de pin d'Alep |
| | Mansourah | Béni Mester | Tadjra (AinDouz) | 1,5 | Broussailles et quelques sujets de Chêne Liège |
| | Mansourah | AinGhoraba | FD Hafir - Canton Oued Tlat | 05 | 02 ha : Chêne Lièges - 03 ha : Broussailles |

II.2. Définition de l'incendie

L'incendie est une combustion qui se développe sans contrôle dans le temps et l'espace, contrairement au feu qui est une combustion maîtrisée (MAUGUEN et al., 2012).

II.3. Mécanisme du feu

L'incendie de forêt est une combustion qui se développe sans contrôle, dans le temps et dans l'espace (TRABAUD, 1989). La réaction chimique de combustion ne peut se produire que si l'on réunit trois éléments : un combustible, un comburant et une énergie d'activation en quantité suffisante. Cette association est représentée par le triangle du feu (MEDDOUR, 2014)

II.4. Mode de propagation

À l'exception des feux de sol, un incendie de végétation se propage principalement par convection et par rayonnement. Les sautes de feu peuvent accélérer la propagation. On distingue différents types de feu, en fonction des strates où ils se propagent (COLIN et al., 2001).

II.4.1. La propagation par transmission de chaleur

La chaleur se propage par trois processus distincts : la conduction, la convection et le rayonnement (CARBONNELL et al., 2004).

II.4.1.1. Transmission par conduction

La conduction est issue de l'agitation moléculaire, qui est liée à la constitution et à la température du milieu, se produisant seulement dans un support matériel qu'il soit solide, liquide ou gazeux. La chaleur se diffuse du corps chaud vers le corps froid. En pratique, la conduction est négligeable au cours de la propagation des incendies de végétation, puisqu'elle ne représente environ que 5 % des transferts de chaleur, à l'exception des feux de sol ou de tourbières, pour lesquels elle est le processus de chaleur prépondérant (COLIN et al., 2001).

II.4.1.2. Transmission par rayonnement thermique

Le rayonnement est un mode de transfert de l'énergie sous forme d'ondes électromagnétiques, se propageant avec ou sans support matériel. Tout corps dont la température absolue est supérieure à 0°K, émet un rayonnement électromagnétique dont la fréquence est fonction de cette température. La quantité d'énergie transférée d'un corps à un autre par rayonnement augmente avec l'accroissement de la différence de température entre ces deux corps (COLIN et al., 2001).

II.4.1.3. Transmission par convection

La convection est un transfert de chaleur par mouvements macroscopiques d'un fluide (le gaz dans le cas d'un feu) dont la masse transporte la chaleur qu'elle contient. Dans les feux de végétation, la combustion produit des gaz chauds qui se mélangent à l'air ambiant chauffé également. Ces gaz chauds sont plus légers et montent rapidement. Ils apportent une grande quantité de chaleur aux combustibles situés au-dessus (houppier), les dessèchent et élèvent leur température jusqu'au point d'inflammation.

La convection est le processus de transfert de chaleur prépondérant dans la propagation des incendies de forêt. Liée aux mouvements d'air chaud, dont l'importance augmente avec le vent et la pente, ces mouvements peuvent, en outre, contribuer au transport de particules incandescentes en avant du front de flammes. Ce processus est à l'origine de déclenchement de foyers secondaires (KHALID., 2008 ; AMMARI., 2011)

II.4.2. La propagation par déplacement des substances en combustion

Le déplacement des matériaux en combustion peut s'effectuer de différentes manières selon la nature du matériel ou de la substance.

II.4.2.1. Par les gaz, liquides et solides

Dans un feu où la combustion est souvent incomplète, il subsiste des nappes de gaz non brûlées. La combustion de ces nappes peut se poursuivre sur une distance notable avec parfois une rupture de flammes, puis ré inflammation à une distance variable par un nouvel appel d'air tandis que le transfère par liquide est le transfert le plus direct est de plus en plus limité, les cuvettes de rétention permettent d'éviter ce problème.

En ce qui concerne le transfère par solide, la propagation se fait par brandons (fragments de solides en ignition pouvant franchir des distances importantes) et par escarbilles (petites particules incandescentes qui se déplacent sur quelques mètres) (ARFA, 2003).

II.5. Le triangle du feu

Un feu est la résultante de la combinaison des trois éléments (combustible, comburant et énergie), mais si l'on en supprime un seul, le feu s'arrête (Fig .07)



Figure n°07 : Triangle du feu selon Meddour (2014)

Le comburant est l'oxygène véhiculé par l'air et renouvelé par les courants atmosphériques et le vent. Celui-ci a, en outre, l'effet de couvrir les flammes et de faciliter l'inflammation ainsi que la vitesse de propagation du feu (CHAUTRAND, 1972).

L'inflammation est parfois le fait d'un phénomène naturel, foudre, inflammation spontanée ; elle est plus généralement le fait de l'homme, en raison de la dispersion de l'habitat, de la pression touristique, des pratiques agricoles désastreuses (brulages), d'équipement défectueux -Énergie : Mécanique due au frottement, électrique (foudre, électricité statique) chimique, biochimique, solaire.

II.6. Facteurs influençant l'impact du feu sur la végétation

D'après les recherches de ces dernières décennies, le feu n'apparaît plus comme un phénomène totalement négatif, mais comme une perturbation ayant un impact fugace sur les composantes des écosystèmes. Dans la plupart des études considérant l'action du feu sur la végétation, les caractères de survie utilisés par les végétaux sont envisagés en liaison avec l'apparition d'un seul incendie, bien que la plante individuellement puisse être soumise à plusieurs feux.

Les effets du feu, doivent donc être évalués en termes de régime des incendies: type, intensité, fréquence et saison (TRABAUD, 1991; PAUSSAS ET AL., 2008; KEELEY, 2009). Aussi, la structure du combustible, les caractéristiques topographiques et les conditions météorologiques jouent un grand rôle dans les effets du feu sur les écosystèmes.

II.6.1. Fréquence du feu

Tous les feux des régions à climat méditerranéen, touchent des paysages qui ont déjà brûlé par le passé. Par conséquent, la végétation forme une mosaïque, qui relate l'histoire des feux, certaines parties ayant été brûlées plus que d'autres, sur une période donnée. Les espèces tuées par le feu, et se reproduisant par germination de la graine dépendent de la fréquence des feux pour persister dans les communautés incendiées. En effet pour ces espèces, l'espacement entre les feux successifs doit être suffisant pour permettre aux individus de produire des graines et d'alimenter la banque de semences du sol.

Ce pas de temps, varie selon les espèces: la première année pour les herbacées annuelles, entre la deuxième et la troisième année pour les espèces du genre *Cistus* (TRABAUD & OUSTRIC, 1982; ROY & SONIE, 1992; TAVSANOGLU & GURKAN, 2005; DUGUY & VALLEJO, 2008) et entre six à huit ans pour les espèces du genre *Pinus* (DASKALAKOU & THANOS, 2004; RIGOLOT, 2004; EUGENIO ET al., 2006). Si un autre feu survient avant que ces espèces aient atteint leur maturité sexuelle, des changements dramatiques dans la composition et la physionomie de la végétation peuvent se produire (ARIANOUTSOU, 1999).

La répétition des incendies à des intervalles de temps très courts, peut entraîner une réduction de la germination des espèces ligneuses, en raison probablement, de la diminution de la banque de semences du sol et offrir ainsi plus d'opportunités à l'établissement des herbacées (DUGUY & VALLEJO, 2008).

II.6.2. Intensité du feu

L'intensité du feu est exprimée par la chaleur libérée lors de la combustion de la végétation. Elle est liée à plusieurs facteurs parmi lesquels: la quantité, l'humidité et la distribution du combustible (KEELEY, 2009). Les feux de forêts peuvent réduire en cendre les communautés brûlées et la régénération dépend alors de l'état de ses organes souterrains de survie après le passage de la flamme (ARIANOUTSOU, 1999).

Les organes souterrains de survie (racines, rhizomes, bulbes, tubercules et graines) sont situés à différents niveaux de profondeur du sol. Dans le cas d'un feu de forte intensité, les effets du feu peuvent atteindre les couches profondes, par contre dans le cas de feux de faible intensité, les organes souterrains de survie sont épargnés, l'impact de l'incendie se limite à la couche superficielle et la cicatrisation du milieu quasi immédiate (TRABAUD, 1989). Les incendies de faible intensité stimulent principalement la germination des graines à proximité de la surface du sol (DE LUIS et al., 2008a).

L'intensité élevée de l'incendie occasionne une mortalité importante des graines réparties au niveau superficiel (DE LUIS et al., 2008a). RIVAS et al., (2006) notent que les graines s'y trouvant étant soumises à des températures extrêmes et peuvent être endommagées ou carrément détruites, compromettant ainsi leurs germinations et réduisant la banque de graines du sol. L'essentiel de la germination dans un tel cas est assurée par la banque de graines des couches profondes.

II.6.3. Taille de l'incendie

La superficie brûlée est aussi un facteur écologique important influençant la recolonisation par les espèces. Ainsi, de nombreux végétaux ne peuvent pas se régénérer par rejets et sont tributaires d'apport de diaspores par les différents modes de dissémination et plus particulièrement le vent (pour les graines anémochores) et les animaux (pour les graines zoochores).

Dans le cas de grands incendies, l'étendue de la superficie brûlée est importante, reléguant les portes graines à de très longues distances, les apports et l'installation des espèces sont alors très réduits. La reconstitution des communautés peut accuser un retard, de même le poids et les propriétés aérodynamiques des propagules jouent un rôle déterminant (TRABAUD, 1989).

II.6.4. Caractéristiques du combustible

La teneur en eau des végétaux constituant le combustible est le facteur le plus important affectant le comportement du feu. Elle détermine la probabilité d'ignition ou la facilité d'allumage, la vitesse de propagation et la quantité de combustible brûlé. La végétation méditerranéenne riche en résine (forêts de résineux) et d'une faible teneur en eau brûle facilement (SCHNITZLER-LENOBLE, 2002).

Un petit combustible absorbe et perd son humidité plus rapidement qu'un gros. Un combustible sec s'allume plus facilement qu'un combustible gorgé d'eau. La saison des mises à feu est importante à considérer, car la teneur en eau des végétaux n'est pas équivalente d'une saison à une autre. Ceci peut avoir une influence considérable sur le comportement du feu.

II.6.5. Les conditions météorologiques

Parmi les facteurs météorologiques influençant le comportement des incendies, nous pouvons citer la température, le vent et les précipitations. La principale source de chaleur est le soleil, le combustible exposé au soleil se réchauffe plus rapidement que celui sous couvert forestier, il peut y avoir jusqu'à 10 °C de différence.

La température peut avoir une influence directe par le réchauffement ou le refroidissement des matériaux ou indirecte par la modification du contenu en humidité de l'atmosphère. Pour cette raison, les pics de température sont fortement redoutés du fait de la facilité de combustion de la végétation. Le vent favorise la combustion et la propagation en augmentant l'apport en oxygène, en asséchant le combustible, en favorisant le réchauffement du combustible à l'avant du feu, en influençant la direction de propagation du feu et en transportant les étincelles ou autres matières enflammées sur de grandes distances.

L'effet des précipitations sur les incendies de forêt dépend de la lame d'eau précipitée et de sa répartition dans le temps. En effet, une faible tranche pluviométrique répartie dans le temps présente un meilleur effet qu'une grande quantité de pluie précipitée en un laps de temps très court.

II.6.6. Les facteurs topographiques

La topographie est une variable constante, c'est-à-dire qu'elle ne varie pas dans le temps. On peut donc facilement déterminer son influence. Deux principaux paramètres topographiques influent sur les incendies. La pente en amplifiant l'effet de radiation et de convection, et l'exposition en jouant sur la quantité de chaleur reçue en fonction de l'insolation ainsi que la densité et la structure de la végétation (BEKDOUCHE; 2010).

II.7. Différents types de feux de forêt

Une fois éclo, un feu peut prendre différentes formes, chacune étant conditionnée par les caractéristiques de la végétation et les conditions climatiques dans lesquelles il se développe (MARGERIT, 1998). Les feux de forêt peuvent se diviser suivant trois grandes catégories (Salis 2007) : feux de sol, feux de surface et feux de cimes (Fig.08).

Le dernier type pouvant être subdivisé en trois sous-classes si la distinction est faite entre des propagations à travers les strates arbustives hautes liées à la strate basse et celles qui en sont indépendantes. Un autre type de feux peut également être identifié : les « sautes » de feux ou les braises qui sont des incendies particuliers et peuvent jouer un rôle primordial dans l'évolution d'un feu dans certaines conditions (MORETTI, 2015).



Figure n°08: Types de feux de forêts (MARGERIT, 1998)

II.7.1. Feux de sol

Ces feux brûlent la matière organique contenue dans la litière, l'humus ou les tourbières. Peu virulents, la combustion des végétaux en profondeur et la propagation du feu sont lentes (MORETTI 2015) affirme qu'ils sont difficiles à déceler, à éteindre et peuvent durer des mois. En raison d'une combustion incomplète, il s'agit souvent de feux qui produisent beaucoup de fumée (Fig.09).

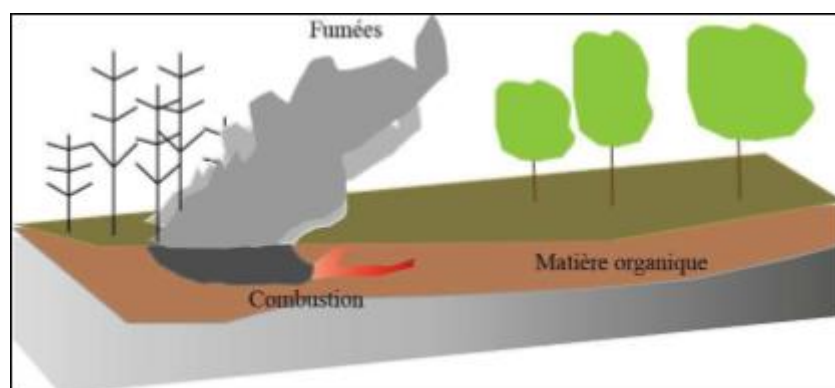


Figure n°09: Schéma du mode de propagation d'un feu de sol (MORETTI, 2015)

II.7.2. Feux de surface

Dit aussi feux courants, se propageant dans les sous-bois des forêts. Ils brûlent l'herbe et les broussailles. Ils peuvent être de faible, de moyenne ou de forte intensité selon la quantité de combustible disponible. Ils peuvent avoir comme origine un feu de sol ou se terminer en un feu de sol susceptible de se transformer en un nouveau feu de surface après l'intervention des pompiers (KHALID, 2008).

La propagation de ce type de feu peut être rapide lorsqu'il se développe librement, et si les conditions sont favorables à la propagation (vent, relief). Ils sont très fréquents dans les régions Méditerranéennes (MORETTI, 2015).

II.7.3. Feux de cimes

Ces feux se propagent à travers des strates arbustives hautes et denses. Trois types de feux de cimes peuvent être identifiés (VAN WAGNER, 1977 ; FINNEY, 2007) : les feux de cimes indépendants, actifs et passifs (Fig.10).

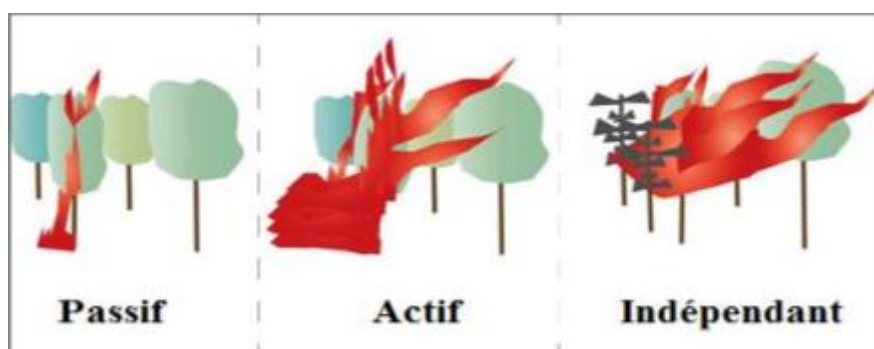


Figure n°10: Les différents types de feux de cimes (FINNEY, 2007)

Un feu de cimes indépendant est un feu qui n'est pas dépendant du feu se propageant dans les strates basses de la végétation de la zone considérée. Pour les deux autres types, le feu de cimes est toujours la conséquence de l'arrivée d'un feu de surface. La différenciation entre feu passif et feu actif, peut se faire grâce à la vitesse de propagation de ce dernier.

En effet, pour un feu passif, cette vitesse est similaire à celle du feu de surface, tandis que pour un feu actif, elle est plus élevée. Néanmoins, ces feux libèrent tous de grandes quantités d'énergie et la longueur des flammes est élevée. Leur prise en compte est donc de première importance dans les actions de prévention et de lutte contre les incendies (MORETTI, 2015)

II.7.4. Sautes de feu ou les braises

Les braises sont produites par des feux de cimes ou pour certaines conditions de vent et de topographie (KHALID, 2008). (MORITTI, 2015) ajoute « Le phénomène de sautes de feu est lié à l'existence de particules enflammées (brandons) qui sont transportés en avant du front de flammes où elles sont à l'origine de foyers secondaires » (Fig.11). Les grands brandons peuvent brûler longtemps et être transportés très loin (jusqu'à 10 ou 20 Km dans les cas exceptionnels) (COLIN et al., 2001).



Figure n°11: Production de braises par fort vent (MARGERIT, 1998)

En fait, ces différents types de feu peuvent se produire simultanément sur une même zone (KHALID, 2008).

II.8. Les causes connues des éclosions

Ces causes ont été classées en deux grandes catégories : Les causes naturelles et les causes liées à l'homme.

II.8.1. Les causes naturelles

Le bassin méditerranéen se caractérise par la prévalence de feux provoqués par l'homme. Les causes naturelles ne présentent qu'un pourcentage (de 1 à 5 % en fonction des pays), probablement à cause de l'absence de phénomènes climatiques comme les tempêtes sèches (ALEXANDRIAN et al., 1998).

II.8.2. Les causes humaines

Globalement, pour l'ensemble des pays du bassin méditerranéen, on retrouve des causes involontaires et des causes volontaires. Leur répartition dépend étroitement du contexte social, économique, politique et législatif de chaque pays.

II.8.2.1. Les causes humaines involontaires

Les causes humaines involontaires sont diverses, les imprudences et accidents dus à des défauts de fonctionnement d'équipements sont les causes les plus fréquentes des incendies de forêt.

II.8.2.2. Les causes humaines volontaires

Les causes volontaires sont diversifiées dont on distingue :

>> Les incendies criminels

Les incendies criminels peuvent apporter un gain matériel direct (amélioration des pâturages, exploitation du bois...) ou indirect par appropriation foncières (KHALID, 2008).

>> Les feux mis par jeu ou par plaisir

Une des causes qui est fréquente surtout chez la population jeune car au plaisir de mettre le feu, s'ajoute celui de voir manœuvrer les colonnes des pompiers et des collectivités locales.

II.9. Régénération après feu des arbres du chêne liège

En ce qui concerne le chêne liège, ceci est considéré depuis longtemps comme l'un des arbres méditerranéens les plus résistants aux feux (LAMEY 1894, SACCARDY, 1937) à fréquence élevée des feux (PAUSAS, 1997 ; MOREIRA et al., 2007) et à des intensités fortes (PAUSAS ET KEELEY, 2007). Cette résistance du chêne-liège réside dans sa régénération après un feu mais cela ne signifie pas qu'il n'est pas sensible (VEILLE, 2004).

Après le passage du feu, les arbres ont souvent développé deux stratégies simultanées de résistance basées uniquement sur la régénération végétative à partir des bourgeons dormants situés sous l'écorce du liège (PAUSAS et al. 2009). Selon la gravité des dommages, les arbres peuvent repousser au niveau de la cime lorsque l'intensité du feu est faible à modéré ou au niveau de la base du tronc si le feu est intense (MOREIRA et al. 2007) et même au niveau des drageons. Mais ces deux modes de réaction sont en rapport avec le niveau de dégâts causés par le flux de chaleur aux bourgeons et tissus internes de différents organes (par exemple au niveau du collet, tige, branches et rameaux) (MOREIRA et al. 2007 ; PIMONT et al. 2014 ; BURROWS et CHISNALL, 2016).

Plusieurs facteurs liés surtout aux arbres interviennent pour déterminer chacune de ces réponses. En effet, les études antérieures ont montré l'influence de la taille (exemple diamètre à 1.30m du sol) et l'état d'exploitation du liège des arbres (PAUSAS, 1997 ; MOREIRA et al. 2009). Mais l'épaisseur du liège reste le facteur clé du niveau de protection des bourgeons enfouis dans le phloème et par conséquent de la quantité de rejets produits (MOREIRA et al. 2007 ; CATRY et al. 2012 ; BURROWS and CHISNALL, 2016).

Chapitre 03

**Présentations du
milieu d'étude : forêt
domaniale d'Ifri**

III.1. Historique

Ce travail a été effectué dans la forêt d'Ifri; elle est constituée principalement par le pin d'Alep. Il s'agit d'un reboisement réalisé à partir de l'année 1969. La forêt d'Ifri est divisée en trois cantons distincts tant par la pédologie que par la climatologie (C.F.T., 2013):

- canton les cascades composé d'une futaie irrégulière de Pin d'Alep avec un sous-bois dense,
- canton Fouazez composé d'un peuplement disséminé de chêne liège au stade de futaie et un taillis dégradé de chêne vert,
- canton Matmora à l'état de maquis, composé de thuya, lentisque, phyllère.

La forêt domaniale d'Ifri a été touchée par plusieurs incendies dont les plus importants sont mentionnés dans le tableau n°05

Tableau n°05 : statistiques concernant les incendies de la forêt d'Ifri.

| Nom de la forêt | | 1994 | 1995 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2012 |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ifri | Ha | 137 | 10 | - | 02 | 01 | 245 | 86 | 04 | 11 | - | - | - | 50 |
| | Nbre | 03 | 03 | - | 01 | 01 | 03 | 03 | 03 | 02 | - | - | - | 3 |

III.2. Situation forestière

La forêt se caractérisait jadis par une belle futaie de chêne liège qui en se dégradant, laisse pénétrer le chêne vert. C'est un maquis arborescent touffu par endroits, lequel recèle quelques sujets très hauts et assez vieux qui dominant. Dans cette forêt d'une superficie globale de 1 080 ha, le chêne liège occupe environ 100 ha (BOUDY, 1955) réduit à 24 ha selon GAOUAR (1980). Il fait son apparition au niveau du canton Bled El Fouazez à 800 m d'altitude en moyenne.

Le peuplement bien venant dans les années 50, s'est progressivement dégradé en laissant pénétrer un maquis arborescent de chêne vert (BOUDY, 1955 ; GAOUAR, 1980).

Le liège est exploité de façon très occasionnelle. Pendant l'époque coloniale, la récolte a eu lieu à trois reprises (1941, 1948 et 1952) totalisant un volume de 205 Qx, mais après l'indépendance, ces travaux n'ont repris qu'en 1982 (soit 20 ans plus tard) et le liège ainsi enlevé durant les trois campagnes (1982, 1983 et 1986) sur 7 690 pieds a atteint un total d'environ 1190 Qx. Signalons

enfin qu'un reboisement de 30 ha de chêne-liège a été effectué en 1986 dans cette forêt (A.E.F.C.T.,1996) (fig.12)



Figure n°12: Vue générale de la forêt en 2009 (photos ; KHOLKHAL D)

De plus, les incendies de forêt sont devenus, à Tlemcen, un problème extrêmement préoccupant, qui s'est sérieusement aggravé après les années de grande sécheresse. (BELTRAN, 2004). La forêt domaniale d'Ifri a été touchée par plusieurs incendies (le dernier incendie s'était en 2012).

III.3. Relief et topographie

L'analyse du milieu physique de la commune d'Ain-Fezza permet de mettre en évidence d'une part le contexte montagneux du territoire et de ses contraintes physiques, et d'autre part de ses potentialités pouvant être mises en valeur pour son développement durable.

En effet, d'un territoire allongé, prenant la forme de sa vallée fortement encaissée, la commune d'Ain-Fezza est caractérisée par son relief montagneux, faisant partie du Massif Tellien, constituant un écran protecteur contre les vents et procurant de nombreuses émergences, d'où l'originalité est la fertilité de sa vallée verdoyante. (ANONYME, 2016).

Dans la forêt d'Ifri, les pentes peuvent dépasser les 50% dans plusieurs endroits, avec une altitude allant de 800 m à 1100 m (BERRIAH, 2015). Dans le cadre de notre étude sur canton Fouazez, nous avons déterminé les classes de pentes avec une représentation cartographique du relief. La carte des pentes qui a été réalisée par un logiciel SIG est très importante dans le cas de notre étude sur la densité d'un réseau de voirie de DFCI.

III.4. Milieu physique :

III.4.1. Localisation géographique :

La forêt d'Ifri, d'une contenance de 1080 ha est située au Nord-Est de Tlemcen, elle est caractérisée par une belle futaie de chêne liège qui en se dégradant, laisse pénétrer le chêne vert.

C'est un maquis arborescent touffu par endroits, lequel recèle quelques sujets très hauts dominants et assez vieux (LEUTREUCH, 2010). Mou-El-Alou renferme trois cantons (Bled El Fouazez, les cascades, et djebel El Matmora). Le chêne liège fait son apparition au niveau du canton Bled El Fouazez sur 100 ha environ (BOUDY, 1955).

Elle est limitée comme suit (fig.13)

- Au Nord par les communes d'Amieur et Sidi Abdelli,
- A l'Ouest par les communes de Tlemcen et Chetouane,
- A l'Est par la commune d'Ouled Mimoun,
- Au Sud par la commune d'Oued Chouly.



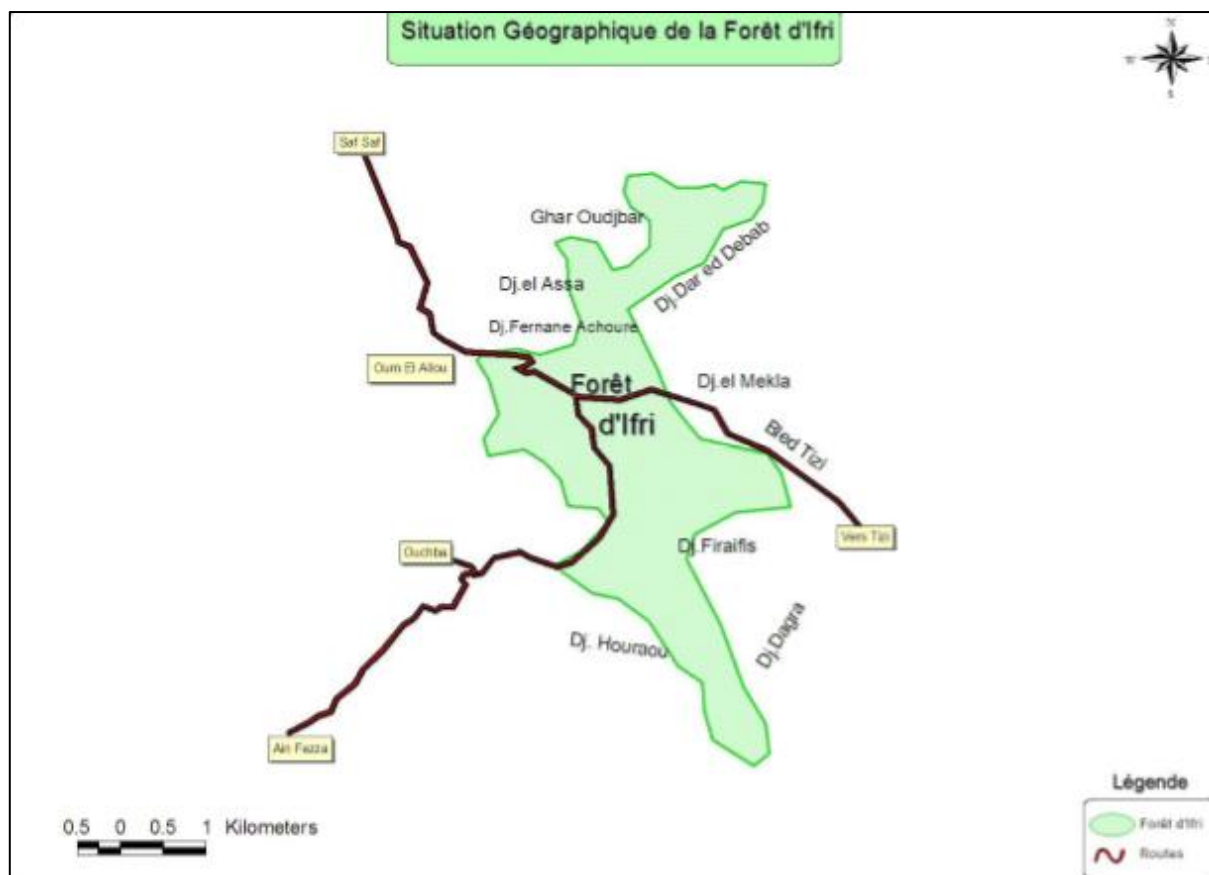
Figure n°13: Localisation de la commune Ain –Fezza (C.F.T, 2016)

La commune d'Ain-Fezza comprend en plus du Chef-lieu Ain-Fezza, cinq agglomérations secondaires à savoir Ouchba, Oum El Allou, Tizi, Tagma et Ain Beni Add), et des zones éparses formées d'un ensemble des Hameaux.

La commune d'Ain Fezza, prend son nom de la source Ain Fezza, appelée à l'origine Ain Sakhra signifie « l'eau qui jaillit ». Elle a été créé par arrêté du 31 Mars 1873, elle fait partie de la commune mixte de Sebdou sous le nom du Douar Ifri qui signifie les Grottes et Douars Chouly (ANONYME, 2016)

Tableau n°06: coordonnées géographiques de la forêt d'Ifri (AMMAR, 2015)

| | | | | |
|------|---|--|----|-----------------------|
| Ifri | X ₁ = 146,3 km X ₂ = 1142,9 km | Y ₁ = 189,8 km Y ₂ = 185,9 km | 75 | Tlemcen feuille N°270 |
|------|---|--|----|-----------------------|

**Figure n°14 :** Situation géographique de la forêt d'Ifri (AMMAR, 2015)

III.4.2. Géologie :

Le cadre géologique locale se résume par le domaine des Monts de Tlemcen, dont l'ossature formée par le secondaire qui constitue un très puissant massif carbonaté marin à dominance Jurassique (grés, calcaire, dolomies,...). Ces formations calcaire-dolomitiques et de grés compacts sont réputés par leurs substrats durs et abrupts, entrecoupés par des synclinaux, favorisent la formation des nappes karstique où s'accumulent de grandes réserves d'eau, émergeant au fonds de vallée. Les formations géologiques datent du Séquanien pour les anciens et de l'Helvétien pour les plus récentes. Ces formations sont de lithologie très différente (C.F.W.T, 2016).

Les formations tendres, marneuses affleurent exclusivement dans la partie Nord de la région, au niveau de la plaine et les reliefs collinaires ; elles sont ravinées du fait des formations argilo-marneuses appartenant au domaine du Miocène.

Les terrains qui affleurent au niveau de la région d'Ain-Fezza sont des formations essentiellement sédimentaires constituées par des roches carbonatées de types dolomies compacts uniformes.

La présence de chêne liège dans la forêt souligne le caractère siliceux du substratum de la zone d'étude. Cependant ce dernier est loin de dominer la totalité du territoire (C.F.W.T, 2016).

Les roches calcaires dures et les roches marneuses occupent aussi d'importants espaces où s'étendent des sols différents permettant le développement d'une végétation diversifiée. (C.F.W.T, 2016).

III.4.3. Pédologie

Les terrains de la région d'Ain-Fezza sont représentés par une diversité de type de sols de différentes classifications. Parmi les types de sols qui caractérisent la forêt Ifri sont :

✚ Sols marneux-gréseux et calcaires : ce sont des sols peu développés sur des terrains accidentés (8 à 10% de pente), avec une faible profondeur. Ce sont des sols à moyenne potentialité avec une croûte calcaire par endroit.

✚ Sols argileux marneux à forte teneur en calcaire : dans ces sols les argiles entrent en contact avec les plaques de grès et dolomies, occupent les terrains de faible pente.

A la forêt d'Ifri, les pentes peuvent dépasser les 50% dans plusieurs endroits, avec une altitude allant de 800 m à 1100 m. (AMMAR, 2015)

III.4.4. Végétation

La composition floristique et l'abondance de la végétation traduisent souvent des conditions édapho-climatique. En effet la végétation est le reflet de plusieurs facteurs, à savoir le climat local, la topographie et surtout la nature de sol.

La forêt Ifri est constituée essentiellement de chêne- liège, chêne vert et pin d'Alep.

Le sous-bois est très riche, constitué essentiellement de : *Pinus halepensis*, *Tetraclinis articulata*, *Juniperus phoenicea*, *Pistacia lentiscus*, *Olea europea*, *Phyllirea angustifolia*, *Citrus heterophyllus*, *Rosmarinus tournefortu*, *Erica mulliflora*, *Lavandula dentata*, *Thymus ciliatus*, *Genista tricuspidata*, *Calycotome intermedia*, *chamoerops humilis*, *Citrus ladaniferus* (C.F.W.T, 2016).

III.4.5. Hydrogéologie et hydrographie

L'approche hydrogéologique dans le périmètre régional, révèle une importante ressource souterraine dans les formations karstiques et calcaire-dolomitiques, dont la zone économique favorable se situe au niveau de la bordure de géologique.

Le réseau hydrographique de la forêt d'Ifri est composé essentiellement de l'Oued Saf-Saf, avec un écoulement permanent. On trouve aussi, les eaux pluviales des autres Oueds tels que: Oued Tassadorine et Oued Ferroudj (LAKHAL , 2016).

III.5. Climat

Le climat d'Algérie a fait l'objet de nombreuses études analytiques et synthétiques, notamment par Selzer (1946) ; Bagnouls et Gausson (1953) ; Emberger (1955). Tous ces auteurs s'accordent à reconnaître l'intégration du climat algérien au climat méditerranéen, caractérisé par une saison sèche et chaude coïncidente avec la saison estivale, et une saison froide et pluvieuse en coïncidence avec la saison hivernale.

III.5.1. Pluviométrie

La pluie est le facteur climatique le plus important qui influe sur le phénomène d'occurrence des feux .Ce ne sont pas les quantités d'eau tombées qui inhibent le phénomène d'occurrence des feux, mais plus particulièrement leur rythme d'apparition (TRABAUD ,1983).

Les variations des apports pluviométriques que connaît depuis près deux décennies l'ouest algérien plus particulièrement la région de Tlemcen, modifications résultante de l'évolution naturelle de climat, constituent une contrainte majeure qui limite sévèrement la vocation agricole de la zone.

Les données du tableau n°07 consignent les différentes variations mensuelles de précipitation.

Tableau n°07: Précipitation moyennes mensuelles et annuelles (mm) de la période de 2000-2015 (C.F.W.T, 2016)

| Mois | J | F | M | A | M | J | Jt | A | S | O | N | D | Précipitation Annuelles mm |
|------------------|----|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|-------------------------------|
| Hauteurs (mm) | 54 | 58 | 63 | 55 | 50 | 18 | 4 | 5 | 19 | 36 | 52 | 73 | 487 |

L'analyse de ce tableau a permis d'émaner une variation des précipitations durant les mois de l'année. Ainsi le mois le plus humide est celui de décembre (73 mm) et le mois le plus sec est celui de Juillet avec 4mm de précipitation. La période humide s'étend du mois d'octobre au mois de mai et la période sèche s'étend du mois de juin au mois de septembre.

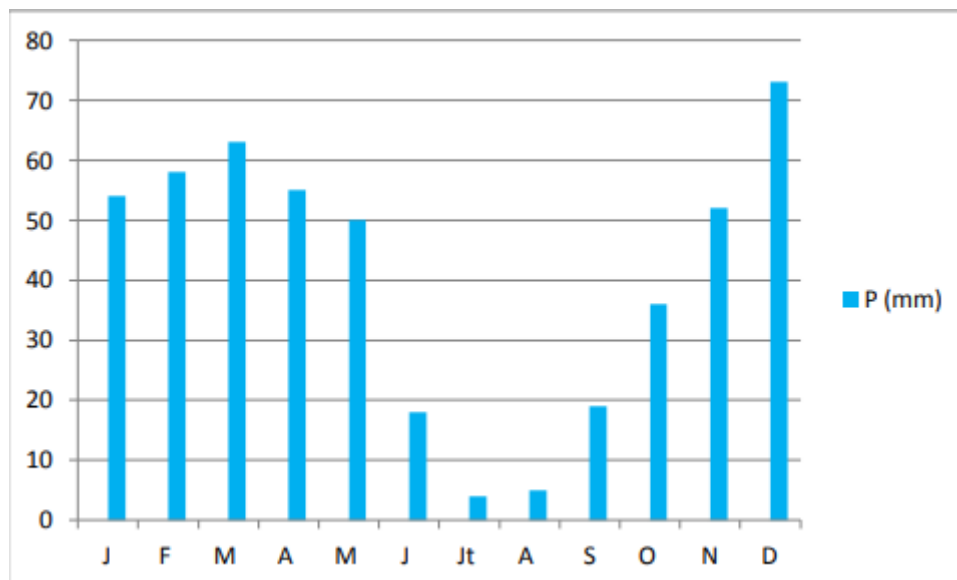


Figure n°15: Diagramme des précipitations de la station Saf-Saf

➤ Régime saisonnier

La méthode consiste à grouper les mois par trimestre de sorte que le mois initial de chaque trimestre ou saison contienne : soit un solstice, soit un équinoxe, alors il en résulte quatre totaux pluviométriques saisonniers moyens. Ensuite, on procède à un arrangement de ces quatre saisons par ordre décroissant de pluviosité, les quatre initiales des saisons ainsi classées forment ce qu'on appelle « l'indicatif saisonnier » (HALIMI, 1980). La saison d'été est déterminée par les 3 mois consécutifs de faible pluviométrie. Il s'agit alors des mois de juin à août (tab.7).

Le tableau suivant montre le régime saisonnier pour la station de Saf-Saf en périodes différents :

Tableau n°08: Régime saisonnier des précipitations.

| Station | Automne | Hiver | Printemps | Eté | Type |
|---------|---------|-------|-----------|-----|------|
| Saf-Saf | 107 | 185 | 168 | 27 | HPAE |

D'après ce tableau, les indicatifs saisonniers pour la station Saf-Saf sont H.P.A.E Selon cet arrangement, on voit que le premier maximum pluviométrique se déroule pendant l'hiver, tandis que la saison la plus sèche est l'été. Pour le reste des saisons, on s'aperçoit que le régime saisonnier caractérise un Printemps plus pluvieux que l'automne.

III.5.2. Températures

La température est un facteur écologique fondamental et un élément vital pour la végétation. Toutefois au-delà d'un certain seuil, la température peut provoquer des effets néfastes. (LAKEHAL, 2010). Les températures vont régler l'activité végétale, la production de biomasse, l'évapotranspiration et notamment lorsque la sécheresse s'installe, rend le végétal plus au moins inflammable et combustible (BARBERO et al, 1988).

Pour illustrer cette importance, Emberger (1955) a utilisé la moyenne des maxima du mois le plus chaud « M » et la moyenne des minima du mois le plus froid « m » ; ces dernières ayant une signification biologique. Le tableau suivant montre les températures minimales, maximales et moyennes ; mensuelle et annuelle de station Saf-Saf.

Tableau n°09: Températures minimales, maximales et moyennes ; mensuelle et annuelle de station Saf-Saf (2000-2015)

| | Janv | Fev | Mr | Avr | Ms | Jn | Jt | Aout | Sep | Oct | Nov | Dec | An |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| T° (moy) | 8.1 | 8.7 | 10.5 | 13.0 | 16.1 | 20.5 | 24.3 | 25.3 | 21.5 | 16.8 | 11.8 | 8.8 | 15.45 |
| C° (min) | 4.4 | 4.7 | 6.6 | 8.3 | 11.6 | 15.6 | 18.4 | 19.7 | 16.1 | 12.5 | 8.5 | 5.3 | 10.98 |
| C° (Max) | 13.8 | 14.9 | 16.5 | 19.8 | 22.6 | 27.0 | 31.5 | 32.3 | 28.4 | 23.1 | 17.5 | 14.6 | 21.83 |

➤ Indice de continentalité de Debrach (1953)

L'Amplitude thermique extrême moyenne (ou indice de continentalité) permet de définir le type de climat et de préciser l'influence maritime ou continentale d'une région donnée. On peut l'estimer par la méthode de Debrach (1953).

Climat insulaire : $M-m < 15^{\circ}\text{C}$

Climat littoral : $15^{\circ}\text{C} < M-m < 25^{\circ}\text{C}$

Climat semi-continentale : $25^{\circ}\text{C} < M-m < 35^{\circ}\text{C}$

Climat continental : $M-m < 35^{\circ}\text{C}$

Tableau n°10: Amplitude thermique et type de Climat de la Station Saf-Saf

| Période de référence | M-m | Type de climat |
|----------------------|------|--------------------------|
| 2000-2015 | 27.9 | Climat semi-continentale |

D'après ce tableau, on constate que la zone d'étude (canton Fouazez) appartient au climat semi-continentale.

III.6. La synthèse bioclimatique

La synthèse bioclimatique est une étape indispensable à tout projet relatif à l'environnement ; elle conditionne par le biais de ces composantes, le type de climat et de couverture végétale.

Cette synthèse s'est faite à partir des travaux d'Emberger (1930-1955) ; Bangouls et Gausson (1955). La combinaison des différents paramètres climatiques (T°C, P mm) ont permis la mise au point de plusieurs indices.

III.6.1. Classification des étages bioclimatiques en fonction des précipitations

Le tableau suivant classe les étages bioclimatiques selon les pluies.

Tableau n°11: Classification des étages bioclimatiques en fonction des précipitations. Emberger (1930-1955) ; Bangouls et Gausson (1955).

| Etages bioclimatiques | Précipitations en (mm) |
|------------------------------|-------------------------------|
| Sub-humide | 600 -800 |
| Semi-aride | 400-600 |
| Aride supérieure | 300 - 400 |
| Aride moyen | 200-300 |
| Aride inférieure | 100-200 |
| Saharien | <100 |

La précipitation moyenne annuelle dans notre station d'étude est 487 mm/an. Donc, on peut classer la forêt dans le Semi-Aride.

Classification des ambiances bioclimatiques en fonction des « M » et « m » Cette classification permet d'évaluer les facteurs agissant sur la dégradation du milieu végétal. L'analyse d'un seul paramètre comme « M » ou le « m » ne peut individuellement donner une image réelle du milieu par contre leurs combinaisons permet de mieux cerner le problème. Grace au « m » considéré comme un élément fondamental pour le redémarrage de la végétation, Emberger (1955) a subdivisé les ambiances bioclimatiques en six variantes (hiver très froid, froid, frais, tempéré, chaud, très chaud).

Tableau n°12: classification des sous étages en fonction de « m°C »

| Moyenne des minima du moi le plus froid | -3 | 0 | 3 7 | 11 |
|--|-----------|----------|------------|-----------|
| Sous étages | Froid | Frais | Tempéré | Chaud |

A partir de cette classification, la moyenne des minima du mois le plus froid de notre zone d'étude est égale 4.4°C. Donc ; elle est classée dans le sous étage « **Tempéré** ».

III.6.2. Echelle thermo pluviométrique de Martonne

Cette valeur nous permette d'évaluer l'intensité de sécheresse dans notre zone d'étude. Elle s'obtient à partir des valeurs moyennes annuelles de la pluviométrie (P mm) et de la température (T°C). Elle répond à la formule suivante (tab.13)

$$Emart = \frac{P}{T + 10}$$

Tableau n° 13: Classification climatique selon l'échelle de Martonne.

| Echelle de Martonne | Classification climatique |
|---------------------|------------------------------|
| 0-5 | Désert |
| 5-10 | Semi Désert |
| 10-20 | Steppe et méditerranéen |
| 20-30 | Zone d'olive et de céréales |
| 30-40 | Zone humide prairies et bois |
| 40 | Zone très humide |

Le calcul de l'Echelle de Martonne donne une valeur de 19.13 ce qui classe notre zone d'étude au climat de type **méditerranéen**.

III.6.3. Indice de sécheresse estivale (Ise) ou indice xérothermique

L'intensité et l'importance de la saison sèche en climat méditerranéen ont amené Emberger (1942) in Emberger (1955) à proposer un nouvel indice nommé indice xérothermique. L'auteur retient le total des précipitations estivales en (mm) et la moyenne des maxima de la même période (°C) en signalant que cet indice ne dépasse pas 7 pour les stations méditerranéennes.

$$ISE = \frac{P}{M}$$

P : total des moyennes des précipitations estivales.

M : moyenne des maxima de la période estivale (°C).

D'après nos calculs, l'indice de sécheresse estivale (ISE) est estimé à 0.84 avec des pluies estivales moyennes de 27 mm et la moyenne des maxima de 32.3°C.

La valeur obtenue au niveau de la zone d'étude de 0.84 traduisant un été xérothere et des pluies rarissimes.

Le Quotient pluviométrique d'Emberger (1952)

L'emploi du quotient pluviométrique Q2 est spécifique au climat méditerranéen, ce quotient permet d'apprécier l'aridité des régions méditerranéennes ; les valeurs étant d'autant plus basse que le climat est plus sec (MESLI, 2001).

A partir de Q2, Emberger a classé la région méditerranéenne en cinq étages bioclimatiques (Saharien, arides, Semi-aride, Sub-humide et humide).

D'après les travaux d'Emberger (1930 – 1955), le quotient Q2 a été formulé de la façon suivante :

$$Q2 = \frac{2000 P}{(M2 - m2)}$$

P : pluviosité moyenne annuelle.

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud ($T^{\circ}K = T^{\circ}C + 273$).

m : moyenne des minima du mois le plus froid ($T^{\circ}K = T^{\circ}C + 273$).

Cet indice présente les avantages de tenir compte de la hauteur d'eau annuelle de la moyenne des températures $T^{\circ}C = \frac{(M-m)}{2}$ et de l'évapotranspiration (M - m).

Ainsi sur un repère d'axes orthogonaux, les stations se trouvent représentées par un point dont l'abscisse est la valeur « m » et l'ordonnée la valeur du quotient pluviométrique « Q2 ».

En 1963, Sauvage et Daget apportent des modifications sur le schéma d'Emberger, en effaçant les sinuosités sur le climagramme pour les remplacer par des lignes régulières.

Tableau n°14: la valeur de quotient pluviométrique.

| Période | m°C | Q2 | Etage bioclimatique |
|-----------|-----|-------|---------------------------------------|
| 2000-2015 | 4.4 | 59.91 | Semi-aride inferieur à hiver tempéré. |

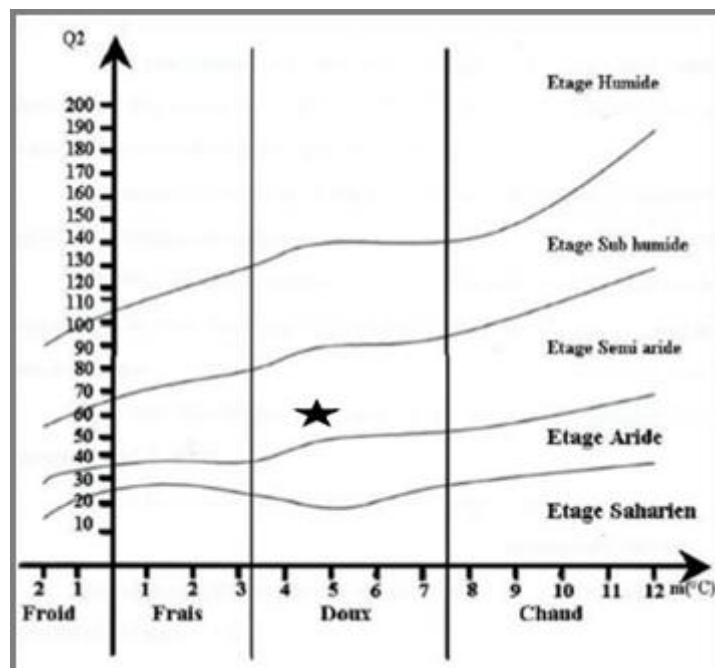


Figure n°16: localisation de notre zone l'étude dans le climagramme d'Emberger.

III.6.4. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953)

L'indice de Gaussen s'applique surtout aux climats qui comportent une saison sèche assez accusée en considérant que celle-ci représente un facteur écologique défavorable à la végétation.

Pour connaître l'interaction qui existe entre la température et les précipitations, il faut prendre en compte les précipitations totales durant un mois et la température moyenne. Si les précipitations exprimées en mm sont inférieures au double de la température moyenne exprimée en °C, on dit que le mois est sec. Si les précipitations totales mensuelles sont supérieures au double de la température mais inférieures au triple, le mois est considéré sub-sec. La formule s'écrit : $P \leq 2T$ ou $P/T \leq 2$.

Pour connaître l'aridité des différents mois, on peut réaliser un diagramme ombrothermique, qui exprime sur le même graphique les précipitations mensuelles et les températures moyennes, sous forme de courbes. Les mois secs sont ceux qui se situent dans l'espace entre les deux courbes (période sèche) (fig.17)

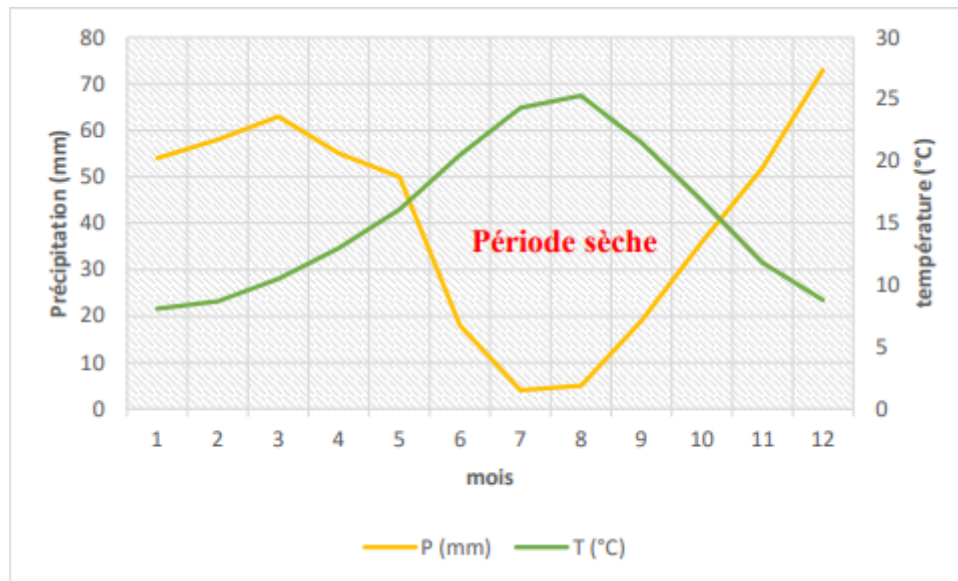


Figure n°17: Diagramme ombrothermique de Bangnoulis et Gausson (1953) de la forêt d'Yfri (LAKEHAL, 2016)

D'après cette figure, on remarque que notre zone d'étude s'identifie par une sécheresse accentuée de 6 mois, allant de mai à octobre, car la surface comprise entre les deux courbes est plus importante.

Chapitre 04

Méthodologie de travail

IV.1. Objectif de l'étude

Le passage du feu de forêt touche plusieurs contextes environnementale, économique et social. Comme il bouleverse les écosystèmes forestiers en dégradant leurs strates. Le but de cette étude consiste à l'évaluation de la récupération et la dynamique de la végétation accompagnatrice du chêne liège, son abondance et sa richesse spécifique (indicateur biologique de réponse de l'écosystème aux incendies).

IV.2. Choix du site et des placettes d'étude

Le site d'étude est représenté par le forêt d'Ifri ; c'est une forêt qui est caractérisée par une variabilité topographique, édaphique, géologique et floristique. Cette multitude de facteurs physiques a créé de nombreuses conditions microclimatiques d'où une différence à l'échelle des peuplements. Nous avons effectué une seule sortie le 10 mars 2020 pour installer les placettes d'étude. Les placettes qu'on a choisies étaient d'ambiance forestière importante.

Théoriquement, les placettes d'échantillonnage peuvent présenter plusieurs formes géométriques mais la plus utilisée dans les inventaires forestiers est incontestablement le cercle. La forme circulaire présente en effet plusieurs avantages: (LECOMTE et RONDEUX, 2002)

- Elle est facile à installer, du moins si sa surface n'est pas trop étendue et le relief pas trop accidenté,
- Elle ne présente aucune direction préférentielle,
- Elle possède le plus petit périmètre, à surface égale, de toutes les formes géométriques existantes, ce qui limite les risques d'erreur (cas de l'appartenance ou non d'arbres limités à la placette).

IV.3. Installation des placettes

Les placettes (unité d'échantillonnage) retenues à une forme circulaire à surface fixe (un rayon de 20 m). On a installé quatre placettes dans divers milieux incendiés de la forêt d'Ifri.

Pour l'échantillonnage, on a choisi un arbre comme le centre de la placette, puis on a placé une bande jaune de signalisation au milieu du tronc. A partir de cet arbre, la placette est délimitées à l'aide d'une roulette métrique. Après on a fixé quatre jalons (espacé de 20m du l'arbre au centre de la placette) sur les quatre directions (nord-ouest-est-sud).

IV.4. Collecte des données

Les placettes installées servaient pour la description des conditions physique et de végétation.

IV.4.1. Relevés géographiques

A l'aide d'un GPS, on a repéré la localisation géographique de l'ensemble des placettes, les coordonnées sont prises au niveau du centre de la placette.

IV.4.2. Relevés topographiques

IV.4.2.1. L'exposition

L'exposition est déterminée aussi par un GPS. On distingue les expositions favorables (N-NO-O-NE-NO-SO) et défavorables (S-SE-E) (MOREIRA et al., 2007). Cette répartition répond aux directions dominantes des pluies dans la région.

IV.4.2.2. La pente

Les pentes sont notées en 3 modalités :

1. Plat : <3%
2. Moyen : 3-12.5%
3. Abrupt : >12.5%

IV.4.2.3. L'altitude :

L'altitude est déterminée à l'aide d'un GPS :

- Thermo-méditerranéen (<100m),
- Méso-méditerranéen (100-1000m),
- Supra-méditerranéen (1000-1300m) et Montagnard (>1300m)

IV.4.3. Relevés pédologique

Ces relevés sont basés sur les observations de la surface du sol des placettes. Ils nous donnent un aperçu général sur la profondeur du sol et les conditions de croissance des arbres et des végétaux (HUCHON, 1955). On a établi le taux de recouvrement de l'affleurement rocheux et l'affleurement pierreux. (Tab.15)

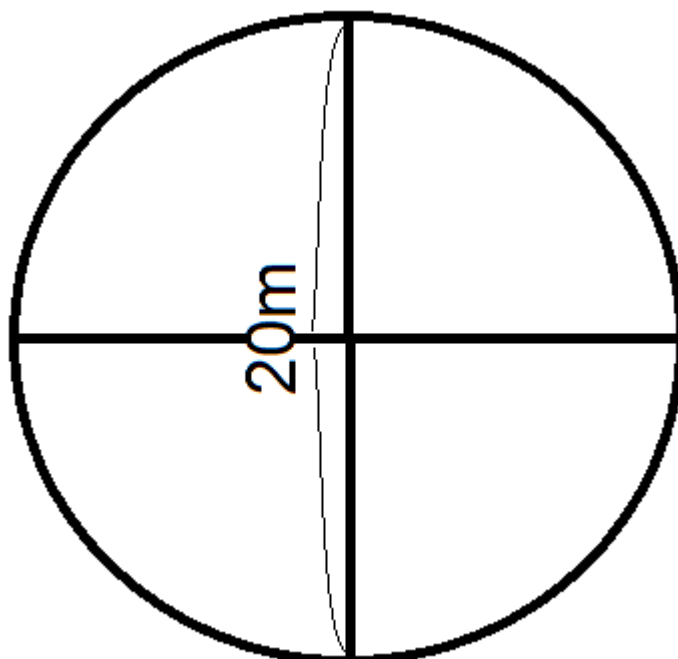
Tableau n°15: Proportion des classes d’Affleurement rocheux et l’affleurement pierreux.

| Relevé pédologique | Classe | Catégorie de classe | |
|---|--------|---------------------|-----------------------------|
| Affleurement rocheux Affleurement pierreux | 1 | 1(<1/1) | 10% de la superficie du sol |
| | 2 | 2(1/10 à ¼) | 10 à 25% |
| | 3 | 3(¼ à ½) | 25 à 50% |
| | 4 | 4(½ à 3/2) | 50 à 75% |
| | 5 | 5(>3/2) | >75% |

IV.4.4. Relevé de végétation

IV.4.4.1. Méthodologie de travail

La méthode utilisée pour retenir les paramètres de végétation est l’évaluation au niveau de toute la placette de 20 x 20m (fig.18).

**Figure n°18:** Schéma explicatif de la méthode utilisée

Le développement de la végétation est estimé selon deux critères : composition floristique et abondance verticale et horizontale.

➤ La distribution verticale correspond aux différentes strates : (Tab.16)

Tableau n°16: Principales strates de distribution verticale des végétaux

| Strates | Hauteur |
|---|-----------|
| Arbustive | 6 - 4 m |
| Sous arbustive haut | 4 - 2 m |
| Sous arbustive bas | 2 - 0.5 m |
| Herbacée (non considérée dans cette étude) | >0.5 |

La distribution horizontale qui exprime le taux de recouvrement de l'espèce ou de la strate considérée, ou l'abondance (couverture en pourcentage) est évaluée à l'aide d'une échelle graduée phytoécologique de Braun-Blanquet modifié (SCHAFFHAUSER et al. 2012a, b) ; ici appelé le coefficient de recouvrement : (tab.17)

Tableau n°17: L'abondance de végétation en fonction de taux de recouvrement.

| | |
|---|--|
| 1 | Végétation avec un recouvrement <10% |
| 2 | Végétation avec un recouvrement entre 10-24% |
| 3 | Végétation avec un recouvrement entre 25-49% |
| 4 | Végétation avec un recouvrement entre 50-74% |
| 5 | Végétation avec un recouvrement entre >75% |

Au niveau de toutes les placettes, on a estimé l'abondance de la végétation pour dénombrer toutes les espèces présentes ainsi que leur distribution verticale et horizontale et qui ont repoussé après l'incendie. Ceci est expliqué dans les tableaux précédents.



Figure n°19: Méthode d'installation des bandes au niveau de la placette.

IV.5. Indices écologiques ou de diversité

Les indices de la diversité spécifique fournissent des informations relatives à cette double considération de la richesse spécifique et de l'abondance. (BENABDALAH, 2019)

IV.5.1. Les indices écologiques de composition

IV.5.1.1. Richesse spécifique

C'est le nombre total des diverses catégories taxonomiques auxquelles appartiennent les organismes prélevés à une station d'échantillonnage. Elle mesure la diversité la plus élémentaire, fondée directement sur le nombre total d'espèces dans un site. Un grand nombre d'espèces fait augmenter la diversité spécifique. Toutefois, cette méthode dépend de la taille des échantillons et ne considère pas l'abondance relative de différentes espèces. Sa valeur écologique est donc limitée (TRAVERS, 1964).

IV.5.1.2. Abondance relative

D'après DAJOZ (1971), cet indice correspond au pourcentage des individus d'une espèce par rapport au nombre total de l'ensemble des individus du peuplement considéré.

Selon FRONTIER (1983), l'indice de l'abondance relative des espèces dans un peuplement, caractérise la diversité spécifique d'un milieu donné. En effet l'abondance relative A.R.% est calculée par la formule suivante, BLONDEL (1979):

$$AR\% = ni / N \times 100$$

AR% : Abondance relative

ni : est le nombre d'individus de l'espèce i.

N : est le nombre total des individus.

IV.5.1.3. Fréquence d'occurrence

La fréquence d'une espèce dans une communauté est le rapport exprimé en pourcentage du nombre de prélèvements où se trouve cette espèce au nombre total de prélèvement effectués dans cette communauté.

$$F = Pa/P.100$$

F: Fréquence de l'espèce "a" dans la communauté considérée.

Pa: Nombre de prélèvements où se trouve l'espèce "a".

P : Nombre total de prélèvements effectués.

Il existe différents groupes d'espèces selon leur fréquence d'occurrence :

Les espèces constantes sont présentes dans 50% ou plus des relevés effectués dans une même communauté ($F > 50\%$).

Les espèces accessoires sont présentes dans 25% à 49% des prélèvements ($25\% < F < 49\%$).

Les espèces accidentelles dont la fréquence est comprise entre 10% et 25% ($10\% < F < 24\%$).

Les espèces très accidentelles sont celles qui ont une fréquence inférieure à 10% ($F < 10\%$).
(DAJOZ, 1975)

IV.5.2. Les indices écologiques de structure

IV.5.2.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')

L'indice de la diversité de Shannon-Weaver est le meilleur indice que l'on puisse adopter. Il sert à l'étude quantitative de la diversité spécifique (RAMADE, 1984). On a calculé cet indice pour chaque placette par la formule suivante:

$$H' = -\sum p_i \log_2 p_i$$

P : abondance proportionnelle : $P_i = n_i / N$

S : nombre total d'espèces.

n_i : nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon.

N : nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon

H' est nul si tous les individus du peuplement appartiennent à une seule espèce. Il est minimal si une espèce domine dans le peuplement. Il est maximal quand toutes les abondances sont réparties équitablement entre les espèces. (FRONTIER, 1983)

IV.5.2.2. Indice de diversité de SIMPSON

L'indice de Simpson D mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce :

$$D = \sum N_i (N_i - 1) / N (N - 1)$$

N_i : nombre d'individus de l'espèce donnée.

N : nombre total d'individus.

Cet indice a une valeur de 0 pour indiquer le maximum de diversité, et une valeur de 1 pour indiquer le minimum de diversité.

IV.5.2.3. L'équitabilité de PIELOU

L'équitabilité de PIELOU représente le rapport de H' (indice de Shannon) sur l'indice maximal théorique dans un peuplement (H max) :

$$E = H' / H_{\max} = H' / \log_2(S)$$

H' : l'indice de Shannon-Weaver.

H_{\max} : le logarithme du nombre total d'espèce (S) dans l'échantillon.

Selon BARBAULT (2008), la valeur de l'indice d'équitabilité de Pielou (J) varie donc entre 0 et 1, vers 0 quand presque la totalité des effectifs sont concentrée sur la même espèce, et vers 1 quand toutes les espèces ont la même abondance.

Chapitre 05

**Résultats et
discussions**

V.1. Caractérisation des placettes d'étude

V.1.1. Relevés géographiques et topographiques :

Les caractéristiques géographique et topographique des placettes installées sont consignées dans le tableau 18 suivant.

Tableau n°18 : Caractéristiques géographique et topographique des sites d'étude

| Placette | Placette n° 01 | Placette n° 02 | Placette n° 03 | Placette n° 04 |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Altitude (m) | 894 | 896 | 914 | 880 |
| Pente (%) | 2% | 2% | 2% | 2% |
| Exposition | NE | NE | NE | NE |

V.1.2. Relevés pédologiques

Le tableau suivant représente les résultats des observations visuelles faites au niveau de la surface du sol des quatre placettes d'étude.

Tableau n°19: Recouvrement rocheux et pierreux des sols des 4 placettes d'étude

| Placettes | Placette1 | Placette2 | Placette3 | Placette4 |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Affleurement rocheux | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Affleurement pierreux | 0 | 1 | 1 | 0 |

D'après ce tableau, nous remarquons que la surface du sol des quatre placettes ne contient pas des affleurements rocheux, et la majorité des placettes contient moins de 10% des affleurements pierreux. Ceux-ci peuvent expliquer que ces sols sont profonds et se caractérisent par une absence superficielle de la roche mère.

V.1.3. Relevés de végétation

V.1.3.1. Abondance de la végétation

Le tableau n°20 représente l’abondance de la végétation pour chaque placette exprimé en taux de recouvrement selon les différentes strates végétatives. Quelques de ces sites sont illustrés par des photos (fig. 20).



Figure n°20 : Etat d’abondance de la végétation des placettes (Photos, mars 2020).

Tableau n°20 : Distribution de la végétation selon les strates des 4 placettes

| Strates / Placettes | Placette 1 | Placette 2 | Placette 3 | Placette 4 |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Strate Arbustive | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Strate sous arbustive haut | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Strate sous arbustive bas | 2 | 3 | 2 | 2 |
| Strate Herbacée | 4 | 4 | 4 | 4 |

Les strates arbustive et sous arbustive haut sont rares dans toutes les placettes. Par contre, la strate sous arbustive bas couvre dans les placettes entre 50% et 75% de la surface.

La strate herbacée est la plus dominante dans toutes les placettes incendiées en recouvrant presque toute la surface du sol (> 75%). Cette abondance est enregistrée plus particulièrement dans les placettes 2 et 3.

V.1.3.2. Indices écologiques

Les figures suivantes présentent les résultats de calcul de quelques indices écologiques de la végétation accompagnant les peuplements du chêne liège après le feu de 2012.

V.1.3.2.1. Richesse spécifique

Les différents inventaires réalisés au niveau des placettes d'étude nous ont permis d'établir la liste des espèces de plantes présentes avec le chêne liège.

Le tableau 21 suivant comporte en plus la richesse spécifique des 4 placettes, la fréquence d'occurrence de chaque espèce.

Tableau n°21 : Inventaire floristique et richesse spécifique des placettes

| Espèce | C % | Etat de l'espèce |
|-----------------------------------|--------|---------------------|
| 1. <i>Cistus monspeliensis</i> | 100% | Espèce omniprésente |
| 2. <i>Ampelodesma mauritanica</i> | 87,5% | Espèces constantes |
| 3. <i>Phillyrea angustifolia</i> | 75 % | |
| 4. <i>Arbutus unedo</i> | 62,5 % | |
| 5. <i>Quercus coccifera</i> | 50 % | Espèces fréquentes |
| 6. <i>Pistacia lentiscus</i> | 50 % | |
| 7. <i>Genista tricuspidata</i> | 50 % | |
| 8. <i>Cistus ladaniferus</i> | 50 % | |
| 9. <i>Calicotome spinosa</i> | 37,5 % | Espèces accessoires |
| 10. <i>Lonicera implexa</i> | 37,5 % | |
| 11. <i>Lavandula stoechas</i> | 37,5 % | |
| 12. <i>Erica arborea</i> | 12,5 % | Espèces rares |

Le tableau n°21 recense au total 12 espèces vivaces et ligneuses recensées au niveau de toutes les placettes. Au niveau de chaque placette, le nombre d'espèces varie entre 9 espèces et 12 espèces (fig.21)



Figure n°21: Quelques espèces végétales accompagnatrices de chêne liège dans les placettes d'étude : a (Ciste de montpellier), b (cheverfeuille), c (Arbousier), d (ciste ladanifère)

Au niveau des placettes 1 et 4 le nombre d'espèces est de 11 soit 92% du total ; suivi par la 3^{ème} placette avec 10 espèces (83%) et dans 9 espèces dans la placette 2 (75%) (tab.21).

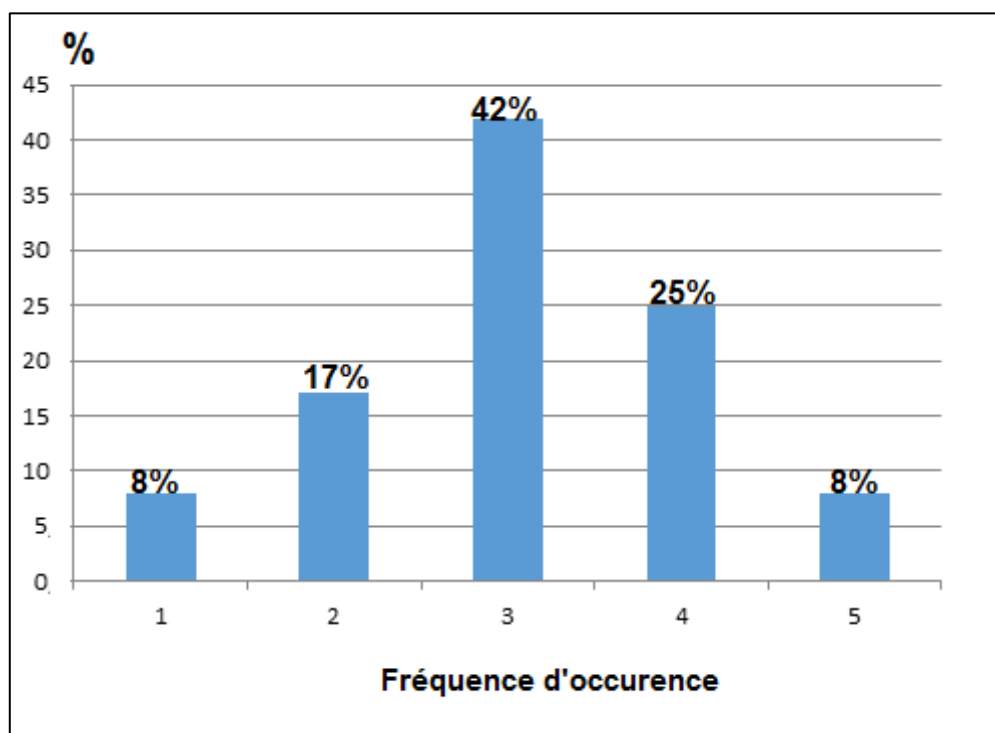


Figure n°22: Distribution des fréquences d'occurrence des plantes dans les placettes d'étude.

Selon la figure22, nous remarquons que **les espèces fréquentes** (50-75%) les plus dominantes dans toutes les placettes (42%, soit 5 espèces). La majorité de ces espèces sont présentes dans les quatre placettes (*Arbutus unedo*, *Quercus coccifera*, *Genista tricuspidata*, *Cistus ladaniferus*) à l'exception de *Pistacia lentiscus* qui est absente dans la placette 4.

Les espèces accessoires (25-50%) viennent en second rang avec 3 espèces au total ; elles sont mieux présentes dans les placettes 1 et 4, et rares dans les deux autres placettes 2 et 3. L'espèce *Lonicera implexa* est absente dans les placettes 2 et 3. Par contre, *Calicotome spinosa* est absente dans la deuxième placette et *Lavandula stoechas* est présente dans toutes les placettes.

Les espèces constantes (75%-87,5%) viennent en troisième rang avec seulement deux espèces (17%). Ces plantes en l'occurrence *Ampelodesma mauritanica* et *Phillyrea angustifolia* sont bien représentées dans toutes les quatre placettes.

Enfin, **les espèces omniprésentes (100%)** et **les espèces rares (5%-25%)** avec les plus faibles pourcentages sont représentées par *Cistus monspeliensis* qui est présent dans toutes les placettes, et *Erica arborea* présente seulement dans la quatrième placette.

V.1.3.2.2. Abondance relative

Le tableau 22 suivant représente les résultats de calcul de l'abondance relative des espèces de plantes recensées au niveau des quatre placettes. Ce tableau montre que toutes les espèces sont plus abondantes au moins dans un inventaire (ou dans une placette).

Tableau n°22: Abondance relative des espèces de plantes les plus représentatives dans les inventaires (signalées en caractère gras).

| Abondance relative (%) | Placette 1 | Placette 2 | Placette 3 | Placette 4 |
|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <i>Ampelodesma mauritanica</i> | 0,13 | 0,15 | 0,12 | 0,05 |
| <i>Cistus ladaniferus</i> | 0,00 | 0,03 | 0,38 | 0,05 |
| <i>Cistus monspeliensis</i> | 0,22 | 0,26 | 0,15 | 0,88 |
| <i>Erica arborea</i> | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,16 |
| <i>Lavandula stoechas</i> | 0,01 | 0,29 | 0,13 | 0,01 |

La lecture de ce tableau montre que parmi les 12 espèces inventoriées, nous avons retenu que sept espèces abondantes dans les différentes placettes. Parmi les espèces, le **ciste de Montpellier** (*Cistus monspeliensis*) est le plus abondant dans toutes les quatre placettes. Le nombre d'individus varie entre 15% et 88% de l'ensemble des individus dénombrés. Dans la placette 4, le ciste est très abondant avec 88% du total d'individus ce qui présente une densité de l'ordre de 71000 individus à l'hectare. Mais dans les autres placettes, cette densité diminue et elle varie entre 2700 et 3800 individus par hectare.

Elle vient en second position, **le Diss** (*Ampelodesma mauritanica*), il est abondant dans la majorité des placettes. Son abondance relative est plus élevée dans les placettes 2 et 4. Dans toutes les placettes, les touffes de **Diss** sont larges (la densité varie entre 1200 et 2100 touffes/ha, mais dans la placette 4, la densité est très élevée (4500 individus par hectare) mais les touffes sont très petites (en début de leur formation) malgré l'abondance relative est faible (5%).

Parmi les autres abondantes espèces les plus intéressantes dans les placettes nous citons :

Le ciste ladanifère (*Cistus ladaniferus*) est présent dans la placette 3 avec une abondance de 0,38 et une densité de 9200 individus par hectare, et avec une abondance relative très faible dans les autres placettes. Cela peut être expliqué par l'état avancé de la dégradation du couvert forestier suite à une série d'incendies violents.

La lavande staechade (*Lavandula stoechas*). Cette plante est plus représentative dans les placettes 2 et 3 avec une abondance relative de 0.13 à 0.29 ; sa densité varie entre 2500 et 3200 individus par hectare.

La présence de la bruyère arborescente (*Erica arborea*) est notée juste dans la quatrième placette avec une abondance relative de 0.16 et avec une densité variable de 1500 à 3800 individus par hectare.

D'autres espèces marquent des abondances relativement faibles dans quelques placettes comme *Calicotome spinosa* et *Lonicera implexa*.

V.1.3.2.3. Indice de SHANNON-WEAVER

Les résultats de calcul de cet indice dans toutes les placettes sont représentés dans la figure 23.

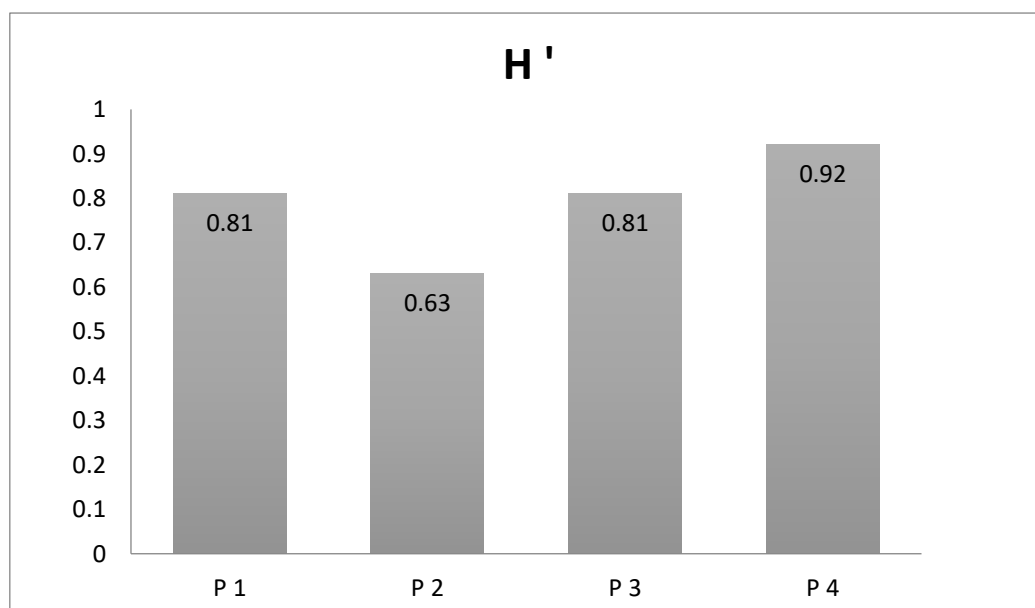


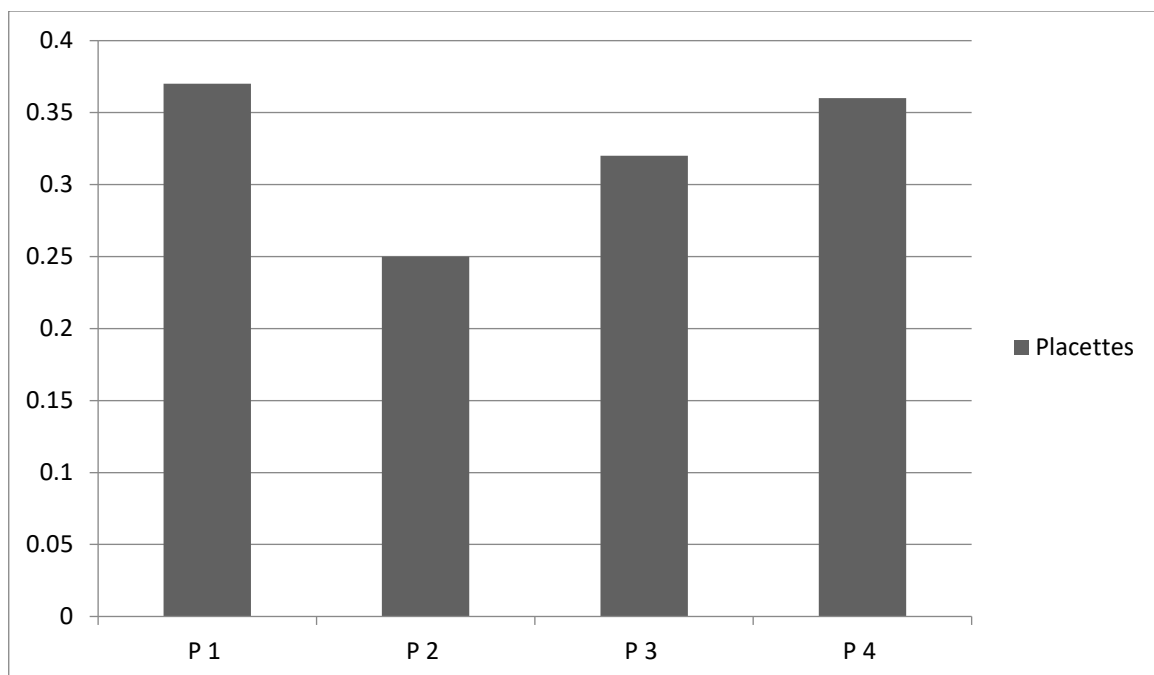
Figure n°23: Indice de Shannon calculé pour les quatre placettes d'étude.

A partir de cette figure, nous remarquons que toutes les valeurs de l'indice de Shannon pour chaque placette sont convergentes, mais le plus élevé est enregistré dans la placette 4, et la plus faible est enregistrée dans la placette 2.

On peut dire que la majorité d'indices calculés sont élevés, ce qui explique que la dominance des plantes dans les placettes incendiées est assez stable. Cela montre que toutes les abondances sont réparties équitablement entre les espèces. D'autre part, lorsque le peuplement est nouvellement parcouru par le feu, il est caractérisé par une dominance réduite en espèces, ce qui explique l'indice faible de diversité.

V.1.3.2.4. Equitabilité de PIELOU

D'après la figure suivante, l'indice d'Equitabilité de PIELOU calculé pour chaque placette est toujours variable. Elle suit la même tendance que l'indice de SHANNON-WEAVER. Donc les deux indices nous offrent les mêmes gradients d'information.

**Figure n°24:** Equitabilité de Pielou exprimé pour chaque placette d'étude.

La plus grande valeur est enregistrée dans la placette 1 et la plus faible dans la placette 2. Presque dans les autres placettes d'étude l'indice est élevé (la valeur tend vers 1), parce que beaucoup d'espèces ont des abondances proches.

V.1.3.2.5. Indice de SIMPSON

D'après le graphe 25, les quatre placettes ont des valeurs convergentes et faibles, car il n'y a pas une seule espèce abondante mais beaucoup d'espèces qui ont des abondances proches.

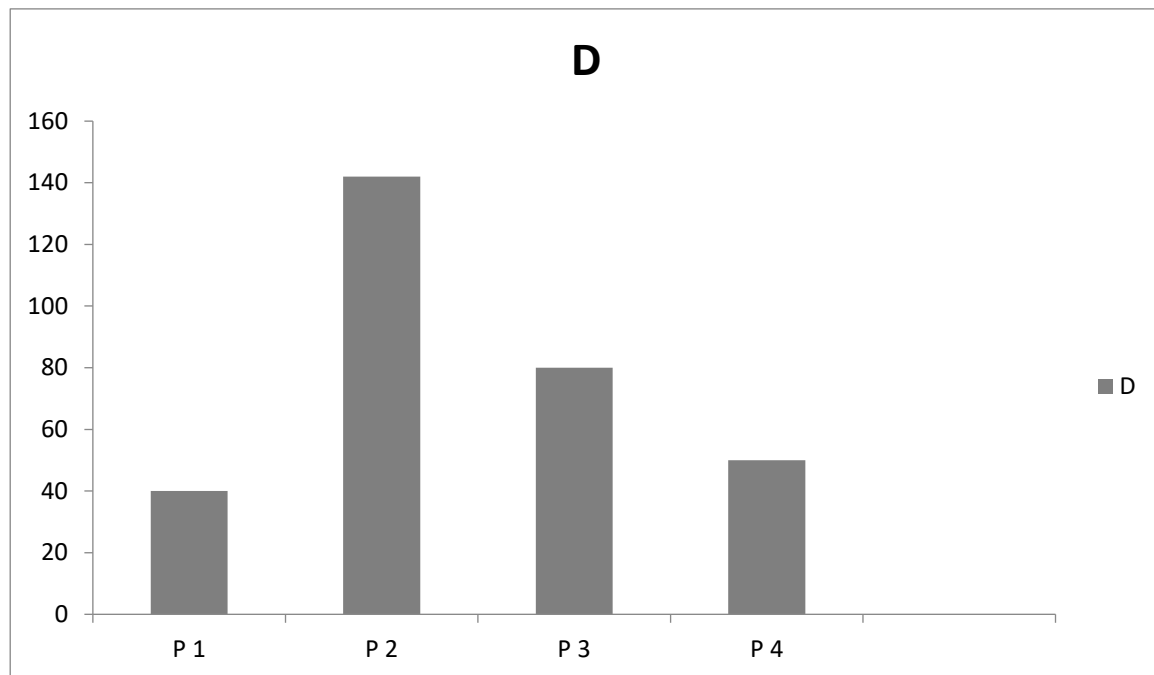


Figure n°25: Répartition de l'indice de Simpson au niveau des placettes.

V.2. Discussion

Sur l'ensemble des facteurs d'agressions de la forêt en méditerranée et plus particulièrement en Algérie, les feux de forêt sont le facteur de dégradation le plus dévastateur par ses pertes dues à son intensité et à sa brutalité qui touchent des grandes superficies forestières et pré forestières dans des courtes périodes. Ses conséquences s'observent sur le niveau environnemental ou écologique, social et économique. La région méditerranéenne est exposée à ce danger en raison des conditions climatiques difficiles à supporter par la végétation, mais également de la forte pression anthropique (MORO, 2006).

Beaucoup d'études ont établi un lien entre la dégradation du couvert forestier, la richesse et l'abondance du cortège floristique et la récurrence des incendies de forêts. Ces aspects restent encore rares en Algérie surtout dans la région ouest. En effet, la réduction de la densité du peuplement et surtout de la strate arborescente a permis l'ouverture de la canopée ce qui favorise le développement d'une végétation naturellement très dynamique au profit du maquis à dominance d'espèces résistantes arbustives et sous arbustives. Le feu devient inévitablement intense mettant en danger les peuplements forestiers.

Sous l'influence répétée des incendies, l'exploitation excessive des arbres, le pâturage, ont conduit DEPUIS longtemps en Algérie, le peuplement du chêne liège à s'appauvrir et à se dégrader à son tour (SACCARDY, 1937). Cet auteur a signalé que le maquis ainsi développé se compose de lavande stoechade, cistes, arbrisseaux épineux, palmier nain en littoral.

Un autre élément très important est pris en considération dans l'évaluation de l'impact des feux sur la subéraie ; il s'agit de la présence de rejets de souche, qui indiquent souvent la possibilité de l'arbre à se régénérer après le feu (PINTUS et RUIU, 2004).

Les résultats des relevés effectués à partir des placettes ayant connu différents évènements d'incendie durant les 30 dernières années, montrent que le cortège floristique accompagnatrice du chêne liège est globalement commun et stable à la fois des peuplements équilibrés (pas de feu) que de ceux ayant connu différents évènements d'incendies (maquis ouverts ou peuplement ouverts).

Les études antérieures ont déjà mentionné la stabilité de la richesse spécifique dans les mêmes écosystèmes de chêne liège en Algérie dont la suberaie de Mizrana à Tizi-Ouzou (BEKDOUCHE et al., 2008).

Dans notre travail, l'inventaire est dominé par les espèces constantes à fréquentes ; elles poussent aussi bien dans les endroits affectés ou non par les incendies de forêts.

Mais les paramètres d'incendies affectent typiquement l'abondance de la végétation. La diversité de Shannon des plantes est affectée plus par l'ancienneté des feux, ce qui permet à la végétation de se reconstituer graduellement avec le temps.

Après le passage du feu, les cistes (*Cistus monspeliensis*) colonisent les terrains dégradés parce qu'ils s'adaptent dans les sols pauvres. Ils jouent un rôle très important dans la reconstitution de la matière organique des couches superficielles du sol. Le diss est une espèce xérophile fréquente les milieux pauvres.

La richesse floristique dans la subéraie n'est pas affectée par le passage du feu parce que les mêmes espèces se régénèrent après le feu, mais le paramètre affecté c'est l'abondance car quelques espèces deviennent plus abondantes que les autres après chaque passage d'incendie. La quantité du combustible présent influe sur le peuplement qui devient de plus en plus vulnérable.

Les feux récurrents ont un impact sur les caractéristiques forestières des peuplements. A Ifri, la subéraie est soumise à un feu total et de forte intensité. Celle-ci est caractérisée par une forte énergie dégagée, intense ligne de feu et longue durée du chauffage (KEELEY, 2009). Ce type de feu est favorisé par la présence d'une végétation assez bien haute et abondante parvenant à développer la flamme à plusieurs mètres de hauteur d'où l'intérêt d'une sylviculture préventive. Celle-ci consiste à réduire la continuité verticale et horizontale de la charge de combustible par des opérations forestières et diminuer par conséquent la vulnérabilité du peuplement aux grands incendies suivants.

Les résultats obtenus montrent que la végétation accompagnatrice du chêne liège apparaît rapidement après le feu et le sous-bois peut supporter un autre feu après 4 ans, la plupart des communautés de la subéraie sont des pyrophytes. Ces espèces développent une stratégie pour résister contre les feux, ces espèces développent une stratégie pour résister contre les feux, c'est la régénération par rejet.

Conclusion

Conclusion

Avant le feu, la subéraie est bien développée et elle atteint le stade d'écosystème avec un milieu cohérent, équilibré et composé d'un ensemble d'éléments sol, végétaux et des arbres en bonne santé, vigoureux et productives. Les accroissements annuels du liège sont bons et réguliers; les structures de peuplement sont stables avec une régénération des rotations d'exploitation connues. Le liège est sain ayant une grande valeur marchande. Mais tous cela se change dès le passage du feu. On trouve alors, des structures de peuplement perturbées, l'équilibre naturelle est bouleversé, des arbres morts d'autres affaiblis et avec une diminution de la croissance. Ces arbres deviennent vulnérables à des attaques de champignons et insectes nuisibles; le liège carbonisé ou flambé devient de moindre qualité commerciale; des perturbations des populations animales et dégradation de la couverture végétale. Le sol devient perturber avec les risques de l'hydrophobie et d'érosion.

Le chêne-liège est donc une essence très importante pour combattre les incendies, surtout quand il est économiquement exploité. Il est adaptée au feu depuis longtemps, mais dans certaines circonstances, le feu peut détruire complètement un peuplement surtout lorsqu'il survient juste après un démasclage des arbres; ceux-ci exploités non protégés par l'écorce ne peuvent plus résistés.

Le passage du feu élimine momentanément toute la végétation épigée; un nouvel équilibre va se mettre en place au cours de la cicatrisation de l'écosystème. Les communautés perturbées se reconstituent identiques à celles qui préexistaient aux faux. Dans l'identité de la composition floristique, la subéraie conserve identiquement son cortège original d'arbustes et arbustes bas.

Après l'incendie, les espèces réapparaîtraient d'une façon rapide et referment le sol et ce grâce à leur capacité de régénérations de souche. Elles atteintes ses valeurs maximales durant la première et la deuxième année après le feu. Certaines de ces espèces présentant dans les placettes incendiées sont indicatrices du feu et de dégradation. Contrairement, leur l'abondance est stable et équilibrée car la composition floristique ne se modifie pas profondément après le feu.

Après l'incendie, la végétation réapparaît et recouvre la surface du sol. Quelquefois, durant le premier mois après le feu, commencent à apparaître les premiers rejets; puis, progressivement, la végétation devient de plus en plus dense et de plus en plus complexe, entraînant une multiplicité des strates.



Figure n°26: Régénération de souche de gauche à droite : Arbousier, Lentisque, chêne vert, Diss et phyllère (octobre 2012, BOUHRAOUA)

La distribution horizontale caractérisée par une densité très forte, dont l'espèce pyrophyte le plus dominant c'est le ciste de toutes sortes, qui envahisse abondamment le territoire (*Cistus monspeliensis*, *Cistus ladaniferus*). Mais, on trouve aussi bien l'arbousier, (*Arbutus unedo*), bruyère (*Erica arborea*), lentisque (*Pistacia lentiscus*) et la phyllère (*Phillyrea angustifolia*). L'accroissement horizontal de la végétation tend à refermer très rapidement les milieux incendiés.

Mais certaines de ces espèces constituent un combustible pour le prochain feu qui s'enflamme rapidement en raison de leur forte inflammabilité. Ces caractéristiques favorisent la propagation des incendies de forte intensité. Ce type de feu entraîne une sévérité importante pour les arbres de chêne liège d'où la perte progressive de la densité.

En général, le feu ne modifie pas profondément la composition et la structure de la subéraie de la forêt d'Ifri. Beaucoup de plantes d'intérêt économique et socioéconomique en l'occurrence la lavande, l'arbousier, etc. sont conservées. Mais ces feux stimulent cette végétation qui devient plus abondante, et le sous-bois devient impénétrable. Cela augmente l'intensité des feux suivants, en conséquence les dommages importants.

La végétation et la flore actuelles de la région méditerranéenne en général sont le résultat d'actions anciennes au cours desquelles les végétaux ont utilisé des mécanismes de survie pour surmonter l'effet répété de cette perturbation qu'elles subissaient depuis des millénaires.

Pour réduire les risques et les dimensions des feux dans les forêts méditerranéennes, il faut mettre en place des programmes destinés au monde rural qui favorisent simultanément et sous forme de mosaïque : des zones de feuillus (tels que le chêne, le frêne, le peuplier), l'agriculture familiale et le sylvo-pastoralisme.

D'après BOUDY (1955), la subéraie de ce massif, longtemps considérée comme l'unique subéraie subhumide de toute la région ouest, perd davantage de son couvert forestier, par élimination de la strate arborescente. Les paysages uniques dans le bassin méditerranéen, perd de sa

Conclusion

valeur culturelle et patrimoniale progressivement si les méthodes de restauration post-feu ne seront pas désormais mises en œuvre par les services forestiers.

Cette étude s'ouvre vers plusieurs autres axes visant à conserver l'écosystème subéraie de montagne fournissant depuis longtemps le meilleur liège (BOUDY, 1955) en plus particulièrement sa protection contre les incendies de forêts. La réponse de la végétation aux feux récurrents constitue un autre axe prioritaire dans la compréhension de la transformation de la forêt au maquis.

Avec les changements climatiques qui s'annoncent avec acuité dans la région méditerranéenne (FAO, 2013), la conservation de cet écosystème est une priorité pour les chercheurs mais aussi pour les gestionnaires forestiers.

Si l'on veut maintenir la végétation naturel, tel qu'elle est, il faut freiner le développement des incendies et le pâturages qui sont favorisées au détriment de la végétation naturel, lutter efficacement contre les incendies et toutes formes de dégradation de la nature et en fin pratiquer une meilleurs gestion des écosystèmes naturels.

Références bibliographiques

- AAFI, A., 2006. La Mamora. Encyclopédie du Maroc, N°21 : 7199-7200
- ALEXANDRIAN D., ESNAULT F., CALABRI G., 1999. Feux de Forêt dans la Région Méditerranéenne. Analyse des tendances des feux de forêts en Méditerranée et des causes sous-jacentes liées aux politiques. Unasylva, 197 (50) : 35-41
- ALEXANDRIAN, D., ESNAULT, F. & CALABRI, G., 1998 : Analyse des tendances des feux en Méditerranée et des causes sous-jacentes liées aux politiques. Rapport de la F.A.O sur les politiques publiques concernant les feux de forêt. Rome (Italie).
- AMANDIER L, 2004, Le comportement du chêne liège après l'incendie : conséquences sur la régénération naturelle des subéraies, Actes du colloque international « Le chêne liège face au feu », 18 juin 2004, Vivès, France, 70,83p.
- AMMAR BERIAH « Les reboisements de chêne liège dans l'Ouest Algérien : bilan et perspectives d'amélioration » , thèse de magister, Université Abou Bakr Belkaïd – TLEMCCEN, 2015.
- ARFA A MT, BENDERRADJI M EH ET ALATOU D.,2013: Les journées d'étude sur la réhabilitation des suberaies post-incendie et reboisement. université de Tlemcen les 12 et 13 janvier 2013,
- ARFA A., 2003. Les incendies de forêts dans l'extrême Nord-Est algérien : cas des wilayas de Skikda, Annaba et Tarf, période 1990-2000. Mém ing d'Etat. Univ Constantine. 82p.
- BATTISTINI, 1938 – les forêts du chêne liège de l'Algérie. Imp. Victor Heintz, Alger, 197 p.
- BEKDOUCHE FARID .2010. EVOLUTION APRES FEU DE L'ECOSYSTEME SUBERAIE DE KABYLIE (NORD ALGERIEN). Thèse en vue de l'obtention du diplôme de doctorat d'état en sciences agronomiques. Université Mouloud MAMMERTI. Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques – Tizi Ouzou. p24
- BEKDOUCHE FARID, « évolution après feu de l'écosystème subéraie de Kabylie (nord Algerien) », thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri -Tizi Ouzou -, 2010.
- BELAIDI., (2010) Etude comparative de trois provenances de chêne liège (*Quercus suber* L) élevées sur différents substrats en pépinière hors-sol de Guerbes (Wilaya de SKIKDA), Université El Hadj LakhdarBatna ,Mémoire de Magistère en Sciences Agronomiques

Références bibliographiques

- BELGHAZI B., EZZAHIRI M., AMHAJAR M., BENZIANE M., 2001 – Régénération artificielle du chêne liège dans la forêt de la Marmora (Maroc). Forêt méditerranéenne t.XXII, n°3, Novembre 2001. pp.253-261.
- BELGHAZI B., EZZAHIRI M., ROMANE, QARRO M., SABIR M., 1995 – Bilan de sept années de clôture sur la régénération naturelle du chêne liège au moyen Atlas oriental (bab-Azhar).Ann. Rech.For.Maroc. Actes Atelier sur le sylvo-pastoralisme ENFI (Maroc), 25-28 Oct.1995, pp.9096.
- BERRIAH.A .2014. Les reboisements de chêne liège dans l’Ouest Algérien : bilan et perspectives d’amélioration. MEMOIRE Pour l’obtention du diplôme de Magister en Foresterie. Gestion et Conservation des Ecosystèmes Département des Ressources Forestières. Université Abou Bakr Belkaïd – TLEMCEM.2014.p125
- BOUARBI, 1936. – Fascicule de gestion de la forêt domaniale de Mizrana.
- BOUDY P, 1955- Economie forestière Nord africaine T : 4. description forestière de l’Algérie et de la Tunisie Ed. Larose, 453p
- BOUDY P., 1955 - Economie forestière nord-africaine. Tome 4 : Description forestière de l’Algérie et de la Tunisie. Larose, Paris, 483 p.
- BOUDY P.,(1950):Economie forestière nord africaine.Tome 2(1): Monographie et traitements des essences forestières.Larousse, Paris, 525 p
- BOUDYP., (1952) – Guide du forestier en Afrique du Nord Paris, Maison rustique, 509 p
- BOUHRAOUA R.T. 2013, L’œuvre du reboisement de chêne liège en Algérie entre les contraintes écologiques et les exigences techniques, Acte des Journées techniques du liège dans le var, Conférence, 21-22 novembre 2013, 46p
- C.F.W.T., 2016 –La situation de la commune D’Ain Fezza dans la wilaya de Tlemcen. Conservation de foret de la wilaya de Tlemcen., 3p.
- CAMUS A, 1938 : Les chênes. Encycl. Econ. Sylviculture, 4, Paul Le chevalier, Paris.
- CANTAT R ET PIAZZETTA R, 2005 : Le levé du liège, ce qu'il faut savoir sur l'exploitation du chêne-liège, Guide technique et de vulgarisation. Institut méditerranéen du liège. 45 p.
- CATRY, F.X., MOREIRA, F., DUARTE, I. AND ACACIO V ., 2009- Factors affecting post-fire crown regeneration of cork oak (*Quercus suber*) trees. European Journal of Forest Research 128,231-240.

Références bibliographiques

- CHAUTRAND L., 1972. Les incendies de forêt en Provence- côte d'Azur-Bulletin technique d'information. Les incendies de forêts dans la région méditerranéenne. N° spécial, 268 : 405-414.
- D.G.F, 2012. synthèse du bilan des feux de forêt 2013.réunion de la commission nationale de protection des forêts, 28p.
- D.G.F. 2007- Direction Générale des Forêts (<http://www.dgf.org.dz>)
- D.G.F., 2012 : Statistiques des produits Forestiers. Min. Agri., Alger. 1p.
- DAHMANI J., BENABID A., DOUIRA A., EL HASSANI M., 2000 – Influence du couvert végétal sur la régénération naturelle et assistée du chêne liège en forêt de la Marmora. Ann. Rech. For. Maroc. 2000. T(33), pp.64-67.
- DAJOZ R., 1971 - Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 434 p.
- DASKALAKOU E.N. & THANOS C.A. 2004. – Post-fire regeneration of Aleppo pine – the temporal pattern of seedling recruitment. Plant Ecol., 171: 81 – 89.
- DE LUIS M., RAVENTOS J., WIEGAND T. & GONZALEZ-HIDALGO J.C., 2008a. – Temporal and spatial differentiation in seedling emergence may promote species coexistence in Mediterranean fire-prone ecosystems. Ecography, 31:620 – 629.
- DESSAIN G., 1992 – Historique de l'utilisation de liège. Actes de colloque « les subéraies méditerranéennes », Vives 1992, pp 10-21.
- DIMITRA KOPOULOS ET MITSOPOLOUS, 2006. Global forest resources assessment 2005. Report on fires in the Mediterranean Region. Working paper FM/8/E, Forestry Department, FAO. Rome, 43 p.
- DUGUY B. & VALLEJO V.R., 2008. – Land –use and fire history effects on post –fire vegetation dynamics in eastern Spain. J. Veg. Sci., 19:97 – 108.
- DURAND. J., 2009 : Contribution à la cartographie génétique chez les Fagacées. Thèse présenté à l'université bordeaux 1 école des sciences et environnement par Jérôme Durand pour obtenir le grade de Docteur spécialité : écologie évolutive, fonctionnelle et des communautés
- EL AANTRY TAZI S., ABOUROUH M ET AAFIA., (2008): Etat des connaissances scientifiques sur les subéraies : bilan et perspectives. Ann. Rech. For. Maroc. Tome spécial 39 : 9-18.
- EL KBIACH M. L., LAMARTI A., ABDALI A., BADOUC A., 2002 - Culture in vitro des bourgeons axillaires de chêne-liège (*Quercus suber* L.) : I - Influence des cytokinines sur

- l'organogenèse et la callogenèse de nœuds de plantules. Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, 2002, 141, 73-88. EMILIA ROSA M., PEREIRA H. FORTES M.A. 1990. –Effect of hot water treatment on the structure and properties of cork. Wood and Fiber Science, 22 (2), 1990, pp. 149-164.
- ESSAOUDENE M., METNA B., DJOUAHER N., 2003 – Etude de quelques facteurs influençant la régénération naturelle de *Quercus suber* L. dans la forêt domaniale des Ait Ghobri (Algérie). Ann. Rech. For. Algérie. 2006, pp.43-52
 - FAO., 2000 L'étude prospective du secteur forestier en Afrique. FAO, 10p.
 - FINNEY M.A., 2007. FARSITE User's Guide and Technical Documentation. 156 p.
 - FRAVAL A, 1991 : Contribution à la connaissance des rythmes de floraison du chêne-liège en forêt de Mamora. Ann. Rech. For. Maroc, 25 : 102-118.
 - FRICOUT, 1913. – Domaine forestier, occupation temporelle du sol, forêt domaniale de 125 Mizrana. Aux tolbas et élèves de la zaouia de Sidi M'hamed Essadi. Fascicules de gestion, administration des eaux et des forêts.
 - FROCHOT H et LEVY G., (1986) – Facteurs du milieu et optimisation de la croissance Initiale en plantations de feuillus Rev For. Fr. XXXVIII- 3, 301-306.
 - FRONTIER S., 1983 – Stratégies d'échantillonnage en écologie. Masson, 494p.4
 - HALIMI. A., 1980 : L'Atlas Blidéen (Climats et étages végétaux). Edit : OPU. Alger. 523p.
 - IML, 2016 Guide de sylviculture du chêne liège dans les Pyrénées-Orientales. Institut Méditerranéen du Liège (Ed), Vives, 66 p.
 - KAZANIS D. & ARIANOUTSOU, M. 1999. – Vegetation composition in a post –fire successional gradient of *Pinus halepensis* forests in Attica, Greece. Int. J. Wildland Fire, 6:83 – 91.
 - KEELEY J ., 2006- Fire severity and plant age in postfire resprouting of woodyplants in sage scrub and chaparral. Madrono, 53 (4), 373-379.
 - KHALID F., 2008. Contribution à l'élaboration d'un plan de prévention des risques incendies de forêt, cas de la commune de Tlemcen (Nord-Ouest d'Algérie). Mém. Mag. Uni. Abou Bekr Belkaid -Tlemcen, 162 p + annexes.o
 - LAKEHAL AMEL, (2016) Etat de récupération sanitaire et mode de gestion de la forêt d'Ifri après incendie , UNIVERSITE de TLEMCEN Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers, Mémoire de Master.

Références bibliographiques

- LAKHAL 2016. Etat de récupération sanitaire et mode de gestion de la forêt d'Ifri après incendie. MEMOIRE Diplôme de MASTER En Foresterie Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers. Département des ressources forestières. UNIVERSITE de TLEMCCEN. p 88. Soutenu le 28/09/ 2016.
- LAMEY A, 1984 : Chêne-liège : sa culture et son exploitation. Ed .Berger –Levrault et Cie, Paris, 174 p
- LAMEY A, 1984 : Chêne-liège : sa culture et son exploitation. Levrault et Cie, Nancy : 168-209 p
- LECOMTE H et RONDEUX J, 2002- Les cahiers forestiers de Gembloux, les inventaires forestiers nationaux en Europe : tentative de synthèse, n°5. Belgique. 29 p.
- LETREUCH-BELAROUCI A., 2010- Caractérisation structurale des subéraies du parc national de Tlemcen, régénération naturelle et gestion durable .Thès. Doc. Dép., Forest., Fac. Sc, Univ.Tlemcen, 209 p.
- MAIRE, 1926 –Principaux groupements végétaux d'Algérie. Alger, M.A.R.A. 12p.
- MARGERIT J., 1998. Modélisation et simulations numériques de la propagation de feux de forêts. Thèse, Doc. Institut National polytechnique de lorraine. Nancy, France, 260 p.
- MAUGUEN G., LESNE P., PETIT J.M., SALLE B., MARC F., 2012 : Evaluation du risque incendie dans l'entreprise. Institut National de Recherche et de Sécurité, 32p.
- MEDDOUR O., MEDDOUR R. & DERRIDJ A., 2008. – Analyse des feux de forêts en Algérie sur le temps long (1876 – 2007). Note d'analyse du CIHEAM, n°39, 11 p.
- MEDDOUR S.O., 2014: thèse docteur en sciences agronomiques .les feux de forets en Algérie ;analyse du risque ,étude des causes, évaluation du dispositif de défense et des politiques de gestion. Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques .université mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.258p
- METRO A, 1958 : Forêts. Atlas du Maroc. Institut Scientifique Chérifien, Rabat, 157p.
- MEZALI M., 2003 – Situation de la suberaie et production des lièges. Communication présentée à l'atelier sur les lièges, Bejaia le 11 & 12 Mai 2003.
- MOREIRA F . , DUARTE I ., CATRY F . et ACACIO V ., 2009- Cork extraction as a key factor determining post-fire cork oak survival in a mountain region of southern Portugal. For Ecol Manag, 253 :30-37p

Références bibliographiques

- MOREIRA F, DUARTE I, CATRY F et ACACIO V, 2007- Cork extraction as a key factor determining post-fire cork oak survival in a mountain region of southern Portugal. *Forest Ecology and Management* 253 (2007) 30–37
- MORETTI B., 2015. Modélisation du comportement des feux de forêt pour des outils d'aide à la décision. Thèse, Doc. Université de Corse Pascal Paoli France, 125 + annexes.
- MORO C., 2006., Inflammabilité et siccité de la bruyère arborescente et de l'arbousier, risque spatiale de la bruyère. Institut nationale de la recherche Agronomique. 53 p
- MUGNOSSA G et al, 2000: Forests of the Mediterranean region: Gaps in Knowledge and research needs. *For. Ecol. Manag.* 132: p 97-109.
- NATIVIDADE J.V, 1956 : Subericulture. ED Française de l'ouvrage Portugais subériculture E.N.E.F. (Nancy), 303p.
- NATIVIDADE J.V.,(1956):Subericulture. Ecole Nationale des Eaux et Forêts, Nancy, 302p
- PEREIRA H., 2007 -Cork: Biology, Production and Uses. Edit. Elsevier Science & Technology. 346p.
- PIAZZETTA R, 2005 : La levée du liège, Guide technique et de vulgarisation. Institut Méditerranéen du liège. 23p.
- PINTUS .A., et RUIU .P .A., 2004 : La réhabilitation des suberaies incendiées. in Actes du colloque Vivexpo 2004 : « Le chêne-liège face au feu. » Institut Méditerranéen du Liège. Vivès.
- PUYO J.Y., 2004 - Les premiers temps de la mise en valeur coloniale des suberaies algériennes - le triste épisode des concessions privées. 16p.
- RAMADE F., 1984 - Eléments d'écologie - Ecologie fondamentale. Ed. Me Graw-Hill Paris, 379 p.
- RIGOLOTT E., 2004. – Predicting post-fire mortality of *Pinus halepensis* Mill. and *Pinus pinea* L. *Plant Ecol.*, 171: 139 – 151.
- RIVAS M., REYES O. & CASAL M., 2006. – Influence of heat and smoke treatments on the germination of six leguminous shrubby species. *Int. J. Wildland Fire*, 15: 73 – 80.
- ROY J. & SONIE L., 1992. – Germination and population dynamics of cistus species in relation to fire. *J. Appl. Ecol.*, 29: 647 – 655.
- SACCARDY L. Le Chêne-Liège et le Liège en Algérie. In: *Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale*, 18^e année, bulletin n°203, juillet 1938. pp. 488-497.

Références bibliographiques

- SACCARDY, C., 1937. Notes sur le chêne-liège et le liège en Algérie. Bull de la Stat. Rech. Forest du Nord de l'Afrique II(2): 271-374.
- SALIS M., 2007. Fire behavior simulation in mediterranean maquis using Farsite (Fire area simulator). PhD thesis. Dipartimento di Economia e sistemi arborei, Università degli studi di Sassari.
- SARL, Cabinet la grande Bleue., 2016 : Rapport sur produits dangereux. Description de l'environnement ; Immédiat du projet et du voisinage. Station Ouchba. 40p.
- SCHAFFHAUSER, A., CURT, T., VELLA, E., TATONI, T., 2012a, Recurrent fires and environment shape the vegetation in *Quercus suber* L. woodlands and maquis. *Comptes Rendus Biologies* 335, 424-434.
- SCHAFFHAUSER, A., CURT, T., VELLA, E., TATONI, T., 2012b, Fire recurrence effects on the abundance of plants grouped by traits in *Quercus suber* L. woodlands and maquis. *Forest Ecology and Management*, 282, 157-166.
- SCHNITZLER-LENOBLE A., 2002. – Ecologie des forêts naturelles d'Europe : biodiversité, sylvigénèse, valeur patrimoniale des forêts primaires. Ed. Tec & Doc, London, 271 p.
- SEIGUE A., 1985 –La forêt circumméditerranéenne e ses problèmes. Techniques agricoles et productions méditerranéennes. Edit. G.P. Maisonneuve & Larose. 496 p.
- TLILI N, 2003 : Etude synchronique de la dynamique post-incendie dans les subéraies de plaine du parc national d'El-Kala (Wilaya d'El Tarf). Mémoire Ing. Agro. Univ d'El Tarf. 53P+annexes.
- TRABAUD L, 1989: Prévention et prévision des incendies : Etude d'un cas concret. *Convegno Internazionale di studi sui problema dégel incendie Boschivi in ambiente méditerranée*, Bari, 195-212p.
- TRABAUD L. & LEPART J., 1980. – Diversity and stability in garrigue ecosystems after fire. *Vegetatio* 43: 49 – 57.
- TRABAUD L., 1989. – les effets du régime des feux : exemple pris dans le bassin Méditerranéen. *CIHEAM, options Méditerranéennes, série séminaires, n°3* : 89 – 94.
- TRABAUD L., 1991. – le feu est-il un facteur de changement pour les systèmes écologiques du bassin méditerranéen ? *Sécheresse*, 3 (2) : 163 – 174.
- TRABAUD. L., 1989 : Les feux de Forêts. Mécanismes, Comportements et Environnement. France Sélection. Aubervilliers. 278p.

Références bibliographiques

- TRAVERS M., 1964. Diversité spatio-temporelle des genres *Daphnia* et *Simocephalus* des mares tempoire de la Numidie. Thèse de Magistère. Université de Guelma .70p.
- VAN WAGNER C.E., 1977. Conditions for the Start and Spread of Crownfire. *Canadian Journal of Forest Research*, 7: 23-24.
- VEILLE J.F., 2004 – Régénération et sylviculture des subéraies incendiées. *Foret méditerranéenne* t. XXV, 4 : 16 p
- VEILLON S., 1998 – Guide technique de subériculture dans les Pyrénées-orientals. Typologio de peuplement et étude préliminaire. FIF-ENGREF, Insititut méditerranéen du liège, Compagne Bas-Rhone-Languedox, 1998.
- ZERAIA, L., (1981)- le chêne-liège, phytosociologie, édaphologie, régénération et productivité. Institut national de la recherche forestière, 159p

Annexes

| Placette 1 (R.V : 75% - 100%) | | | |
|--------------------------------------|---------------|-------------|---------------|
| Espèces | <1m | 1-2m | >2m |
| Cistus ladaniferus | 1 | 1 | 0 |
| Ampelodesma mauritanica | 3 | 0 | 0 |
| <i>Cistus monspeliensis</i> | 5 | 1 | 0 |
| <i>Quercus coccifera</i> | 1 | 1 | 0 |
| Phillyrea angustifolia | 1 | 1 | 1 |
| Lavandula stoechas | 1 | 0 | 0 |
| Calicotome spinosa | 1 | 1 | 0 |
| Pistacia lentiscus | 1 | 0 | 0 |
| Arbutus unedo | 1 | 1 | 0 |
| Lonicera implexa | 1 | 0 | 0 |
| <i>Genista tricuspidata</i> | 1 | 1 | 0 |

| Placette 2 (R.V : 100%) | | | |
|--------------------------------|---------------|-------------|---------------|
| Espèces | <1m | 1-2m | >2m |
| Cistus ladaniferus | 1 | 1 | 0 |
| Ampelodesma mauritanica | 3 | 0 | 0 |
| <i>Cistus monspeliensis</i> | 5 | 1 | 0 |
| <i>Quercus coccifera</i> | 2 | 1 | 0 |
| Phillyrea angustifolia | 1 | 3 | 2 |
| Lavandula stoechas | 1 | 1 | 0 |
| Pistacia lentiscus | 1 | 1 | 1 |
| Arbutus unedo | 1 | 1 | 0 |
| <i>Genista tricuspidata</i> | 1 | 1 | 0 |

| Placette 3 (R.V : 75% - 100%) | | | |
|--------------------------------------|---------------|-------------|---------------|
| Espèces | <1m | 1-2m | >2m |
| Cistus ladaniferus | 1 | 1 | 0 |
| Ampelodesma mauritanica | 3 | 0 | 0 |
| <i>Cistus monspeliensis</i> | 5 | 3 | 1 |
| <i>Quercus coccifera</i> | 1 | 1 | 1 |
| <i>Phillyrea angustifolia</i> | 1 | 1 | 1 |
| Lavandula stoechas | 1 | 0 | 0 |
| Calicotome spinosa | 0 | 1 | 0 |
| Pistacia lentiscus | 1 | 1 | 1 |
| Arbutus unedo | 2 | 1 | 0 |
| <i>Genista tricuspidata</i> | 1 | 1 | 0 |

| Placette 4 (R.V : 75% - 100%) | | | |
|--------------------------------------|---------------|-------------|---------------|
| Espèces | <1m | 1-2m | >2m |
| Cistus ladaniferus | 1 | 0 | 0 |
| Ampelodesma mauritanica | 2 | 0 | 0 |
| <i>Cistus monspeliensis</i> | 4 | 2 | 0 |
| <i>Quercus coccifera</i> | 1 | 1 | 1 |
| <i>Phillyrea angustifolia</i> | 1 | 3 | 2 |
| Lavandula stoechas | 1 | 0 | 0 |
| Calicotome spinosa | 1 | 0 | 0 |
| Arbutus unedo | 1 | 2 | 1 |
| Lonicera implexa | 0 | 1 | 1 |
| <i>Genista tricuspidata</i> | 1 | 1 | 0 |
| Erica arborea | 1 | 2 | 0 |