



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République démocratique algérienne et populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche
scientifique

جامعة الشاذلي بن جديد الطارف

Université Chadli ben djedid El Tarf

Faculté des sciences de la nature et de la vie

Département des sciences agronomiques

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

Présenté en vue de l'obtention d'un diplôme de master 2
recherche spécialité « écologie forestière »

Filière « sciences agronomique »

THEME

Etude de la végétation post-incendie d'une suberaie :
cas du foret domanial d'El Kala

Par :

Mme : ATI Hadjira

En date du juin 2025

Devant le jury composé de :

President : Mr. TLAILIA S

Pr

U.C.B.E

Examineur : Mr. AOUADI A.

MCB

U.C.B.E

Encadrente : Mme. BOUTABIA L.

Pr

U.C.B.E

Anne Universitaire : 2024/2025

Remerciements

Nous remercions Dieu le tout puiſe et ſource de connoiſſance. Nous tenons à remercier les membres du jury, qui nous ont fait l'honneur de faire partie de notre jury en l'occurrence Pr TELAILIA Salah Président du jury et Dr AOUADI Abdallah examinateur. Qu'ils trouvent ici l'expression de nos ſentiments reſpectueux.

Nous remercions vivement Pr BOUTABIA Lamia, d'avoir dirigé ce travail. Elle nous a fait bénéficier de ſes connoiſſances. Sa disponibilité, ſa confiance et ſon ſoutien nous ont été d'une aide précieufe.

Nous adreſſons un remerciement ſpécial à tous nos enseignants de la promotion Master Ecologie Forestière ainſi que nos camarades.

Nous terminons par un grand merci à Mr SELMI Fayçal pour ſon aide précieufe et ſes encouragements

Dedicace

Je dedie ce modeste travail avanttout a la memoire de mon cher epoux que dieu ait son ame en paix son amour son soutien et sa presence continuent de vivre en moi chaque jour.

a mes parentes bien aimes pour leur amour inconditionnel leurs sacrifices et leur prieres qui m ont toujours portee.

*A mes tresors **islem et rahim** source de ma force et de mon espoire.*

*A mon frere **zargo** pour sa presence et son appui constant.*

*A ma sœur son mari et leurs enfants **batoul nidhal et annas** pour leur affection et leur encouragements.*

*A ma tante maternelle et ses filles **shirine et mida** pour leur tendresse et leur soutien*

*A toutes mes tantes et leur enfants a toutes les familles **ati et taamallah***

A mes cheres aimes de cœur et d ame

*A celles avec qui j ai partage les plus belles coïncidences de la vie **wissou basma doua asma sawssen et aya***

A vous toutes et tousmerci d avoir fait partie de mon chemin.

Sommaire

Résumé

Introduction

Chapitre 1 considération du chêne liège

1-1 Taxonomie

1-2 systématique du chêne liège

1.3 aire de répartition et superficie

1-3-2 Dans le monde

1-3-2 En Algérie

1.4 la description botanique et dendrologie du chêne liège

1.5 Ecologie de chêne liège

1.6 Cortège floristique

1-7 Exigences écologiques

1. 7-1 Exigence thermique

1-7-2 Lumière

1-7-3 Exigeant en eau

1-7-4 Altitude

1-7-5 Conditions édaphiques

1.8 Groupements

1.9 importance socio-économique du chêne Liège

1.10 Les facteurs de dégradation des subéraies

1-10-1 Ravageur et maladie présentée dans les subéraies

1-10-1-1 Les insectes

1-10-1-2 Les champignons

1-10-2 Autre facteur de dégâts sur des Subéraies

1-10-2-1 Les incendies

1-10-2-2 L'érosion

1 -10-2-3 Changement climatique

1-10-2-4 La pression anthropozoïque

1.11 La Sibérie face aux incendies

1.12 Gestion des subéraies après incendie

Chapitre 2 Généralités sur les incendies

2-1 Introduction

2-2-dans le monde

2-3-en Algérie

2-4 Définition d'incendie

2-5mécanisme de feu

2-6 Mode de propagation

2-7 Le triangle de feu

2-8 Les facteurs influençant l'impact des incendies sur la végétation

2-8-1Fréquence du feu

2-8-2Intensité du feu

2-8-3Taille de l'incendie

2-8-4Caractéristiques du combustible

2-8-5Les conditions météorologiques

2-8-6Les facteurs topographiques

2- 9 les principales causes des incendies de forêts

2-9-1 Les causes naturelles

2-9-2Les causes humaines

2-9-3Les causes inconnues

2-10 impact des incendies sur l'écosystème subéraie

2-10-1 l'incendie et vitalité de l'arbre

2-10-2Impact des incendies sur le sol

2-10-3 Impact des incendies sur la faune

2-10-4 Impact des incendies sur le cortège floristique

2-11 Régénération après feu des arbres de chêne liège

Chapitre 3 Matériels et méthodes

Chapitre 4 Résultats et discussion

Conclusion

Référence bibliographique

Liste des tableaux et des figures

Tableau 1 superficie de chêne liégée en Algérie

Tableau 2-la description botanique et dendrologie du chêne liège

Tableau 3 Ecologie du chêne liège

Tableau 4 -le cortège floristique

Figure 1 aire de répartition de chêne liège

Figure 2-la description botanique chêne-liège

Figure 3 Evolution annuelle des superficies de chêne liège (ha) parcourues par le feu.

Figure 4 Triangle du feu selon Meddour (2014)

ملخص

أجريت دراسة حول ديناميكيات ما بعد الحرائق في غابات بلوط الفلين بمنطقة القالة، عقب حرائق صيف 2021 العنيفة. وقد أكد النهج المتزامن وجود تدرج ديناميكي يُوضح فرضية العودة إلى التكوين الزهري الأولي. ويشير تحليل الثراء الزهري إلى التطور التدريجي لغابة بلوط الفلين المحترقة من مرحلة النمو العشبي إلى أرض شجيرات مشجرة، ثم إلى تكوين ما قبل الغابة، لينتهي الأمر بغابة بلوط فلين ناضجة على مدى 50 عامًا. وتتوافق هذه النتائج مع تلك التي توصل إليها باحثون آخرون سابقًا في منطقة القالة وأماكن أخرى في الجزائر.

Résumé

Une étude sur la dynamique post incendie dans les suberaies de la région d'El Kala a été entreprise suite aux violents incendies de l'été 2021. L'approche synchronique a permis de confirmer l'existence d'un gradient dynamique illustrant l'hypothèse du retour à la composition floristique initiale. L'analyse de la richesse floristique indique l'évolution progressive de la suberaie incendiée du stade herbacé vers un maquis arboré puis une formation pré forestière pour aboutir à une suberaie mûre sur 50 ans. Ces résultats convergent avec ceux obtenus antérieurement par d'autres auteurs dans la région d'El Kala.

Mots clés : *Quercus suber*, Incendie, Reprise végétative, Magalena, El Kala, El Tarf

Abstract

A study on post-fire dynamics in cork oak forests in the El Kala region was undertaken following the violent fires of summer 2021. The synchronic approach confirmed the existence of a dynamic gradient illustrating the hypothesis of a return to the initial floristic composition. Analysis of floristic richness indicates the progressive evolution of the burnt cork oak forest from the herbaceous stage to a wooded scrubland and then a pre-forest formation, ending in a mature cork oak forest over 50 years. These results converge with those

previously obtained by other authors in the El Kala region and elsewhere in Algeria.

Keywords : *Quercus suber*, Fire, Vegetative recovery, Magalena, El Kala, El Tarf.

Introduction :

La conservation des forêts et de la végétation forestière du bassin méditerranéen constitue un problème complexe du fait de l'hétérogénéité des situations et des multiples usages et pressions anthropiques pratiqués par les diverses entités culturelles de la méditerranée depuis des millénaires. Dans le pourtour méditerranéen, l'étude réalisée par le WWF (2001) estime que la couverture forestière originelle représentait 82% de la surface totale des pays méditerranéen, actuellement il n'en reste que 17% de ce patrimoine forestier souvent considéré comme profondément dégradé notamment dans sa rive méridionale. Cette situation dramatique ne peut être amortie que par des interventions forestières assises sur des bases écologiques ; elles permettront la sauvegarde des potentialités existantes épargnés par ces phénomènes de destructions (Quézel et Medail, 2003).

Les incendies de forêts représentent un véritable fléau pour les forêts méditerranéennes où, chaque année, 50 000 incendies sont dénombrés ravageant plus de 600 000 ha (WWF, 2001). En Algérie, ce problème est prépondérant ; les feux de forêt parcourent une moyenne de 37 500 ha par année (Bekdouche, 2010). La forêt de chêne liège après la pinède à *Pinus halepensis* est la communauté végétale la plus touchée par les incendies de forêts en Algérie (Bekdouche, 2011).

L'impact de ces incendies récurrents provoque la fragmentation de l'écosystème "subéraie", par conséquent réduit la densité des peuplements et biaise la structure globale. Directement, ils réduisent la production nationale en liège susceptible d'alimenter les nombreuses unités de transformation de liège d'où les pertes économiques importantes. Dans plusieurs régions subéricoles, après incendies, la futaie à chêne se transforme en taillis très denses qui deviennent plus fragiles aux feux (Messaoudene et al., 2009). Cette situation a réduit la suberaie productive à 229.000ha (DGF, 2006), soit une perte de l'ordre de 45% par rapport à l'aire de la suberaie nationale qui se situerait entre 410 000 à 480 000 ha (Saccardy, 1938 ; Alili, 1983 ; Yessad, 2000 ; Quézel et Medail, 2003 ; Abbas, 2006). En plus, ils rendent l'écosystème à chêne liège très sensible et la régénération naturelle devient limitée et tributaire des circonstances

favorables (Oulmouhoub, 2003 ; Younsi, 2006). La survie des individus du chêne liège et leurs capacités de régénération sont influencés par des facteurs liés aux caractéristiques de l'incendie (intensité), la topographie et le climat de la situation, ainsi qu'aux caractéristiques de l'arbre (Ryan, 1982 ; Miller, 2000 ; Gonzalez & Dutt, 2007). La résistance du chêne liège aux incendies dépend largement de la présence des traits adaptifs qui protègent ses tissus et des réserves à carbohydrates (Whelan, 199 Bien que le chêne liège (*Quercus suber*) est considérée comme une espèce à haute résistance et résilience, diverses études suggèrent que ses réponses après incendies sont variables (Pausas, 1997 ; Barberis et al., 2003 ; Moreira et al., 2009) mais les raisons derrières ces variabilités restent peu connues, ainsi que la reprise végétative de cette espèce et les facteurs liés à cette dernière sont peu évalués.

L'objectif de notre travail est l'évaluation et d'étude de l'impact de l'incendie sur la reprise végétative du chêne liège. Les résultats attendus pourraient être d'un apport important pour asseoir les techniques d'assainissement et d'aménagement durable ultérieures. L'approche initiée consiste à évaluer la reprise végétative de la suberaie de Magalena (El Kala) après incendie et mettre en évidence les facteurs influençant cette reprise.

A cet effet, le présent travail a été scindé en quatre chapitres :

- Chapitre I : Etat des connaissances sur le chêne-liège et les incendies.5).
- Chapitre II : M↑thodologie
- Chapitre III : R↑sultats et discussion
- Conclusion

Chapitre 1 :

Considération générale 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).

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 L'innée en 1753 (NATIVIDADE, 1956).

2-La systématique du chêne-liège

Selon (Quezel, 1979) est comme suit

Embranchement : Spermaphytes

Sous embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Ordre : Fagales

Famille : Fagacées

Sous famille : Quercinées

Genre : *Quercus*

Espèce : *Quercus suber* L

Le genre *Quercus* est le genre le plus important de la famille des Fagacées, un genre qui comprend de 200 à 500 espèces dont 6 existe en Afrique du Nord (El Antry Tazy et al., 2008).

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

3-Aire de répartition:

1 Aire de répartition mondiale

Image : <https://www.researchgate.net/profile/Aziz-Ballouche/publication/335830632/figure/fig1/AS:798053489995776@1566987103386/Aire-de-repartition-du-Chene-liege-dans-le-bassin-occidental-de-la-Mediterranee-dapres.png>

Source : Quézel & Médail (2003)

□ Carte de répartition mondiale du chêne-liège (*Quercus suber* L.)

Le chêne liège est une espèce qui a une distribution restreinte dans le monde. En effet, elle est endémique de la méditerranée occidentale (Quezel et Santa, 1962 ; Zeraia, 1981) soit entre 31° et 45° de latitude nord. La plus grande zone continue de peuplements de C. liège est située dans la péninsule ibérique, en particulier dans le Sud-ouest à la fois en Europe et en Afrique du Nord (Piazzetta, 2005), mais que l'on retrouve également sur le littoral atlantique (Quézel et Santa, 1962) (fig 1)



Figure1 : aire de répartition de chêne-liège

2. Aire de répartition 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 (**tab.1**)

Conservations	Superficies (ha)	Conservations	Superficies (ha)
SKIKDA	85 200	CHLEF	6 500
EL TARF	59 500	MEDEA	4 600
JIJEL	43 700	TLEMCEN	4 000
BEJAIA	41 700	TIPAZA	2 800
TIZI OUZOU	29 458	TISSEMSSILT	2 500
GUELMA	21 800	ORAN	2 000
ANNABA	14 900	SETIF	1 800
AIN DEFLA	13 700	BOUIRA	1 800
SOUK AHRAS	12 000	BOUMERDES	1 300
MILA	11 400	BLIDA	690
MASCARA	7 040	CONSTANTINE	650

Source : D.G. F (2009)

	Designation	Caractéristiques	Auteurs
Caractères botaniques	Feuilles	- persistantes, alternes, ovales. - De 3 à 5 cm de long. - La face inférieure des feuilles est tomenteuse et blanchâtre.	ABBARA (2018)
	Flours	- Espèce monoïque. - Les fleurs mâles, en grappes de 4 à 8 cm apparaissent sur les rameaux de l'année précédente. - Les fleurs femelles poussent isolées ou en groupes de trois maximum sur les rameaux de l'année en cours	LML (2006)
	Bourgeons	- De forme ovoïde. - Protégés par des écailles tomenteuses.	CHENOUNE (2011)
	Fruit	- Gland de forme ovoïde enclôssée dans une forte cupule	MITNA (2003)
Caractères dendrologiques	Houppier	- Tronc court, houppier large et étale pour les peuplements clairs. -- Tronc long, houppier arrondi, étroit et haut pour les peuplements denses	CANTAT et PIAZZETTA(2005) LML (2005)
	Port	- Il est variable et en fonction de la densité du peuplement.	BENHALIMA (2016)
	Bois	- Bois dense (densité égale à 1) - Bois irrégulier - Présence de cicatrices dues aux récoltes successives	YESSAD (1999)
	Ecorce	- Tissu végétal formé de cellules mortes, qu'on appelle le liège	IPROCOR (1999)
	Longévité	- Il peut vivre 150 à 200 ans	SACCARDY(1938)
	Système Racinaire	- Système racinaire pivotant avec des ramifications latérales puissantes d'une distance de 22 à 32 cm environ.	TAIB (2016)

3-la description botanique et dendrologie du chêne liège tab 2 fig 2



Les feuilles



Le fruit



Le liège



Les fleurs



Le tronc



L'arbre

Source : IML(2006)

Désignation Conditions climatiques	Quercus suber	Auteurs
La lumière	<ul style="list-style-type: none"> - Le chêne liège exige beaucoup de lumière. -Il supporte mal l'ombre où il végète et fini par mourir. 	SACCARDY (1938)
Plyviométrie	Il faut que la pluviosité annuelle atteint au minimum 600 mm.	SACCARDY (1938)
Température	<ul style="list-style-type: none"> -Il a besoin d'une température moyenne annuelle d'environ 14°C. -Il est sensible aux fortes gelées. 	CANTAT et PIAZZETTA (2005)
L'humidité	-Le chêne-liège nécessite une humidité atmosphérique élevée de 60% dans la saison la plus sèche.	SACCARDY (1938)
Bioclimat	-la répartition du chêne-liège dans son aire naturelle est principalement limitée aux étages bioclimatiques semi-arides tempérés et semi-arides doux à humide tempéré et humide doux.	QUEZEL (1976)
Conditions édaphiques	<ul style="list-style-type: none"> -Le chêne-liège est une espèce calcifuge stricte se plaisant sur tous les substrats siliceux et acides -Il s'accommode de sols peu fertiles, superficiels ou lourds 	IML (2005)
Altitude	-La limite est de 1200 m rarement 1300 m à 1400 et exceptionnellement à 1600 m	SACCARDY (1938)

5-le cortège floristique

Si en prend l'exemple de la Kabylie en Algérie, La végétation est formée de trois strates : Arborescente, arbustive et herbacée (Meddour, 1993 in Guettas, 2012). La strate arborescente est composée essentiellement de chêne liège (*Quercus suber* L.), de chêne afarès (*Quercus afares*) et de chêne zeen (*Quercus canariensis*), ces trois espèces sont souvent en mélange, elles se présentent sous forme de futaie (Messaoudène et al, 2008). La strate arbustive est très dense et très développée sous peuplement de Chêne liège pur et s'amointrit sous peuplement mixte. Le sous-bois diffère d'une station à une autre selon, l'exposition, l'altitude, la structure et la densité des peuplements. Cette strate est composée de : *Erica arborea* (bruyère), *Rubus ulmifolius* (ronce), *Cytisus triflorus* (cytise), *Arbutus unedo* (arbousier), *Myrtus comunis* (Myrte), *Genista tricuspidata*, *Systus monspeliensis* (syste). La strate herbacée est réduite à cause de l'importance du sous-bois qui couvre le sol. Les espèces rencontrées sont généralement des graminées telles que : *Saturga vulgaris*, *Brachypodium sylvaticum*, *Ficaria verna*, etc. (Guettas, 2012)

Le chêne liège pousse le plus Souvent en peuplement mixte avec le chêne vert, le chêne zeen, le chêne afares, le pin maritime, le pin pignon ou le châtaignier. D'après DESSAIN et TONDELIER (1991), la végétation qui accompagne d'une manière naturelle le chêne liège est souvent d'une formation buissonnante, haute et dense ; comprenant des espèces à feuilles persistantes aimant la chaleur et la lumière. (Tab 4)

Cortège floristique		Essences concurrentes	
Nom scientifique	Nom commun	Nom scientifique	Nom commun
<i>Erica arborea</i>	Bruyère arborescente	<i>Quercus afares</i>	Chêne afares
<i>Arbutus unedo</i>	Arbousier	<i>Quercus ilex</i>	Chêne vert
<i>Pistacia lentiscus</i>	Lentisque	<i>Olea europaea</i>	Olivier
<i>Rhamnus alaternus</i>	Nerprun alaterné	<i>Pinus halepensis</i>	Pin d'Alep
<i>Viburnum tinus</i>	Vicéne tin	<i>Pinus pinaster</i>	Pin maritime
<i>Myrtus communis</i>	Myrte	<i>Alnus glutinosa</i>	Aulne glutineux
<i>Cytisus triflorus</i>	Cytise à trois fleurs		

6- Exigences écologiques :

Le chêne liège est une espèce héliophile, car il exige une forte insolation. 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 (Frochot et Levy, 1986). Pour sa part, Ettoubi (1996), affirme que les semis de chêne liège (jeune) ont besoin d'ombre pour éviter les brûlures de l'apex c'est pourquoi les jeunes glands poussent souvent dans les touffes du maquis. Le C. liège pousse aussi bien en plaine qu'en montagne, avec une préférence pour les terrains accidentés, les collines ou les montagnes peu élevées. On le retrouve dans les étages méso-méditerranéen et collinéens entre 0 et 700 m d'altitude allant jusqu'à 1300 m d'altitude en Algérie (Boudy, 1952). Selon Pereira (2007), il pousse sur des climats semi arides à humides du niveau de la mer jusqu'à 2 000 m. Le C. liège

est une espèce relativement thermophile (Boudy, 1952 ; El Antry Tazi et al., 2008). Il exige des températures douces, dont l'optimum se situe entre 13°C et 18°C, il ne supporte pas les gelées de – 9°C longtemps (1 à 2 jours) (Boudy, 1952). Selon El Antry Tazi et al. (2008), l'arbre est remarquablement plastique vis-à-vis des précipitations. Sa moyenne annuelle varie de 441 à 1700 mm. Selon Zeraia (1981), la fréquence des pluies pendant la Période estivale constitue l'élément le plus important pour la régénération du C. liège. D'un point de vue édaphique, Le C. liège est une essence nettement calcifuge. Il craint l'hydromorphie (Pereira, 2007), se plaisant sur tous les substrats siliceux (grès numidiens, sable, pliocène) et acides (schistes, grès, gneiss, granite) (Sauvage, 1961), présentant peu de contraintes pour la pénétration des racines, avec un horizon organique bien préservé et suffisamment drainés (El Antry Tazi et al., 2008)

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)

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.

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.

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).

5-Conditions édaphiques Le chêne-liège est un arbre au tempérament généralement calcifuge, se plaisant surtout le substrat siliceux et acide (schiste et grés). 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).

7-Les groupements

Nous distinguons au niveau de la subéraie trois principaux groupements

- Le groupement à cytise, qui couvre des versants situés le plus souvent à plus de 500 m d'altitude. C'est un groupement à caractère meso-méditerranéen et humide.

– Le groupement à bruyère arborescente et lentisque, mais sans chêne-kermès qui couvre les versants situés à moins de 500 m d'altitude dans les régions intérieures. C'est un groupement à caractère thermo méditerranéen, humide, sub-littoral à semi-continentale.

– Le groupement à lentisque et chêne-kermès s'étend à basse altitude dans les régions littorales à sub-littorales. C'est un groupement à caractère Thermoméditerranéen, humide et maritime. – Dans tous ces groupements, il est possible de distinguer des variantes maritimes à myrte, des formes sub-humides à semi-aride appauvries et divers faciès morpho-pédologiques. Les groupements de la subéraie forment deux étages altitudinaux : - L'étage meso-méditerranéen correspond à la subéraie à cytise, qui s'étend en général à partir de 500 m d'altitude. Sous l'influence de l'altitude et du relief, cette subéraie est particulièrement humide et connaît en hiver un relatif rafraîchissement des températures. – L'étage thermo-méditerranéen regroupe les subérais de basse altitude où le lentisque est abondant. La modération relative des pluies est combinée avec 23 des conditions thermiques plus chaudes. Les groupements et les

faciès à chêne-kermès et à myrte individualisent les nuances maritimes de la subéraie. La subéraie résulte avant tout de l'association entre *Quercus suber* et *Erica arborea*. Ce sont là les deux espèces les plus caractéristiques d'un groupe acidiphile, de large répartition sur les terrains siliceux et de bioclimat humide à sub-humide. Ce groupe comprend entre autres : *Cistus salviifolius*, *Arbutus unedo*, *Clinopodium vulgare*, *Lavandula stoechas*, *Tuberaria commutata*, *Erica scoparia* et *Daphne gnidium*. La dégradation favorise aussi les espèces suivantes caractéristiques des sols décapés : *Cistus monspeliensis*, *Bellis sylvestris*, *Ampelodesmos mauritanicum*, *Hypochaeris radicata*, *Briza maxima*, *Aira tenorei*, *Festuca coerulescens*, *Hedysarum coronarium*, *Cynosurus echinatus* et *Stachys ocymastrum*. A basse altitude, et dans des conditions plus marquées par la sécheresse, ce groupe lié à la dégradation de la végétation et du sol est renforcé par : *Hypericum humifusum*, *Hyparrhenia hirta*, *Erica multiflora* et *Fumana thymifolia*. Les faciès forestiers, souvent avec une densité très appréciable en chêne-liège et ayant un couvert arbustif dense, se distinguent par les espèces humicoles suivantes liées à la constitution d'un sol riche en matière organique et plus au moins épais : *Viburnum tinus*, *Smilax aspera*, *Crataegus monogyna*, *Discorea communis*, *Lathyrus tingitanus*, *Rubus ulmifolius*, *Melica minuta*, *Pteridium aquilinum*, *Trifolium bocconeii*, *Brachypodium sylvaticum*, *Rubia peregrina*, *Asplenium adiantum-nigrum* et *Cyclamen africanum*. Les stations les plus fraîches enregistrent la présence de certaines espèces typiques des zénaies, et qui caractérisent des formes de transition avec la zénaie : *Quercus canariensis*, *Prunella vulgaris*, *Ranunculus ficaria*, *Luzula forsteri*. A basse altitude se développe largement les

espèces suivantes, qui caractérisent les subéraies à lentisque et à chêne-kermes : *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea latifolia*, *Quercus coccifera*, *Chamaerops humilis*, *Myrtus communis*, *Teucrium fruticans*, etc. A une altitude supérieure à 500 m, s'affirme le groupe caractéristique suivant qui distingue la subéraie à cytise : *Cytisus villosus*, *Galium rotundifolium* ssp. *Rotundifolium*, *Rhaponticoides africana*, *Chrysanthemum fontanesii*, etc

8-importance socio économique et environnementale ;

Les forêts de chêne liège offrent une multitude de produits dont certains constituent de véritables richesses économiques qui sont essentiellement le bois et le liège. En effet, Boudy (1952) atteste qu'en raison de la qualité, de la valeur de son écorce et de son bois, le C. liège est de point de vue économique, l'essence forestière la plus importante d'Afrique du nord. Cependant, Silva (2007) indique que son bois est lourd, d'une couleur rouge clair, très dur, compact et difficile à travailler avec peu de valeur commerciale, le plus souvent il est utilisé pour la fabrication des traverses de chemin de fer. Il constitue par contre un excellent combustible et offre un charbon de qualité. L'importance économique du C. liège réside essentiellement dans son écorce, le liège. Ce matériau particulièrement léger, souple, élastique, imperméable et non conducteur pour la chaleur est utilisé depuis l'antiquité pour des fins diverses (bouchonnerie, parquet, isolation thermique) (Boudy, 1950). Le secteur du liège crée chaque année en Algérie plus de 3500 emplois saisonniers durant la campagne d'exploitation du liège et emploie près de 1400 travailleurs saisonniers et permanents au niveau des unités de transformation du liège (Berriah, 2014). La subéraie présente certaines particularités liées au cortège floristique accompagnant le C. liège. En

effet selon (Ouelmouhoub, 2005), elle recèle des potentialités en divers produits tels que le charbon de bois, la souche de bruyère, la transformation du bois de certaines espèces arbustives comme la filaire, l'arbousier, l'oléastre, les glands de chênes, les plantes médicinales et aromatiques (myrte et lavande, lentisque, ciste etc.), la gemme et la résine. En plus de la flore microscopique qui joue un rôle très important, ex : la mousse des chênes (*Ivernia prunastria*) utilisée en parfumeries (Benyacoub et al., 1998). En Algérie, ces forêts tiennent une place primordiale dans la vie socio-économique de la majorité de la population riveraine car elles constituent, grâce à leur abondant sous-bois, un riche terrain de parcours pour un cheptel varié (Bouhraoua, 2003). Elles fournissent également des quantités considérables de glands permettant l'alimentation du cheptel pendant les périodes de disette (Peyerimhoff, 1941). Lecocq (2011) signale que les forêts de C. liège sont d'excellents puits à carbone. Leur exploitation a un impact positif au niveau de la fixation du carbone. Un chêne liège «exploité», en renouvelant ainsi de manière naturelle son écorce, absorbe de 2,5 à 4 fois plus de CO₂ qu'un arbre non exploité.

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).

9-Facteurs de dégradation des subéraies

9.1. Ravageurs et maladies présentes dans les subéraies

Les maladies et les ravageurs apparaissent lorsque les peuplements s'affaiblissent, principalement A cause du changement climatique, de saisons défavorables et du vieillissement des arbre

9.1.1. Insectes

- Bombyx disparate (*Lymantria dispar*), insecte défoliateur ;
- Bupreste du chêne (*Coraebus florentinus*), xylophage ;
- Capricorne du chêne (*Cerambyx cerdo*), insecte xylophage ;
- Fourmi du liège (*Crematogaster scutellaris*) ;
- Platype (*Platypus cylindrus*), s'attaque aux troncs démasclés, insecte xylophage ;
- Tordeuse verte du chêne (*Tortrix viridana*), insecte défoliateur.

9.1.2. Champignons

- Maladie du charbon de la mère (*Hypoxylon mediterraneum*) ;
- Maladie de l'encre (*Phytophthora cinnamomi*) ;

- *Diplodia mutila*, attaques sur arbres blessés lors du démasclage ;
- Les armillaires et notamment l'armillaire couleur de miel (*Armillaria mellea*), champignon Basidiomycète parasitant les racines.

9.2. Autres facteurs de dégradation des subéraies

9.2.1. Les incendies

Malgré que le chêne liège soit une espèce qui résiste aux incendies grâce à son écorce, les feux Récurrents restent dévastateurs pour les subéraies. Selon Boudy (1952) les dommages sont d'autant Plus grands que les arbres sont démasclés (Badaoui & Birem, 2010).

Le couvert léger du chêne liège et la nature siliceuse des sols, contribuent à faciliter le Développement d'un sous-bois abondant (le maquis), principal facteur des incendies (Seigue, 1980 in

Badaoui & Birem, 2010).

9.2.2. L'érosion

Du fait de son couvert clair, les fortes intensités des précipitations surtout dans les reliefs Accidentés peuvent constituer un facteur limitant pour la régénération naturelle du chêne liège, Puisque la couche superficielle du sol riche en humus et matière organique, nécessaires à la Germination et à la croissance des glands, est dégradée et qui génère la perte de la fertilité des sols (Jdaidi, 2009).

9.2.3. Les changements climatiques

L'augmentation des températures et la diminution des précipitations contribuent à l'étalement De la période sèche, ce

qui permet l'installation d'un climat aride, cela annule la germination des glands et la croissance des jeunes semis, mais aussi entraîne la fragilité des arbres adultes.

9.2.4. La pression anthropozoïque

L'Homme est le principal facteur de dégradation des forêts au sens large et des subéraies au Sens strict. La plus part des incendies (plus de 90%) (CF Tizi Ouzou) sont dus à l'activité humaine, il Participe aussi aux défrichements, ramassage systématique des glands, à l'extension des terres Agricoles et des constructions sur des terre boisées, et cela en diminuant l'aire du chêne liège

(Morsli, 2014)

Le surpâturage aussi est l'un des facteurs de dégradation, le bétail, soit se nourrit des jeunes pousses, Soit les piétine. Les animaux sauvages aussi perturbent à leur tour la régénération, tel que les petits Rongeurs et les oiseaux qui se nourrissent des glands (Tusell i Armengol & Garcia Bosch, 2015)

En Algérie, les écologues et les forestiers confirment l'évolution régressive du chêne liège. DepuisLe début du siècle les subéraies ont perdu beaucoup d'espace et souvent remplacé par des pinèdes. Cette régression continue résulte de l'action combinée de plusieurs facteurs : historique, socio-Economique, sylvicole et naturel (Messaoudène et al, 2019).

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. 24

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 ± 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. 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.

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 brulé 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'un chêne liège après incendie (Tab.02) (IML, 2016).

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 remplacées par plantation, de 30ans pour les arbres survivants avec une mortalité de la tige et de 10 ans 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 arbres, 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 (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 2

Généralité sur les incendies

2-1 Introduction :

Le feu représente le premier acquis technologique de l'humanité. Jusqu'à ce qu'il s'en assure la maîtrise, l'homme a vécu en parfaite harmonie avec la nature, tout au moins sur le Plan écologique. Nos lointains ancêtres du Paléolithique inférieur n'exerçaient sur le milieu Naturel qu'une action limitée. En ce sens, ils faisaient partie intégrante des écosystèmes (Ramade, 1982). En fait, l'homme utilisait volontairement le feu

pour assurer son existence pendant des Centaines de milliers d'années (Perles, 1977). Ne sachant pas créer le feu, l'homme Préhistorique le conservait d'abord précieusement et puis il a appris à le créer et à le maîtriser Vers 40 000 à 50 000 ans avant J-C. Mais, aussitôt que les chasseurs et les pasteurs Paléolithiques disposèrent du feu, ils ont dû s'apercevoir que les animaux dont ils se Nourrissaient, étaient attirés par les zones récemment brûlées où l'herbe apparaissait plus verte Et plus tendre. Ainsi, il semble que le feu ait été utilisé pour accroître le choix de la nourriture, Pour faciliter la cueillette des plantes comestibles et pour chasser le gibier (Naveh, 1975 ; Perles, 1977). Plus tard, au Néolithique (vers 5000 ans avant J-C), l'homme devient Agriculteur et pasteur sédentaire. Il pratique alors, une agriculture itinérante sur brûlis, comme Elle est encore pratiquée aujourd'hui dans certaines régions d'Afrique : brûlage avant ou après L'abattage des arbres, défrichage et culture. La culture est déplacée au fur et à mesure que le Rendement de la culture devient faible et le sol appauvri. La mise à feu dans le but d'ouvrir le Milieu et accroître la superficie des zones accessibles aux troupeaux est utilisée encore de nos Jours, ce qui contribue à accroître la dégradation des paysages.

Les périodes d'accroissement des populations humaines entraînent des vagues Importantes de défrichage et l'augmentation des troupeaux, ce qui provoque l'expansion Des cultures au détriment des parcours et du parcours au détriment de la forêt (Seigue, 1972).

2-2 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.

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

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). Un aperçu sur les incendies des forêts Chapitre 02 20 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. 3)

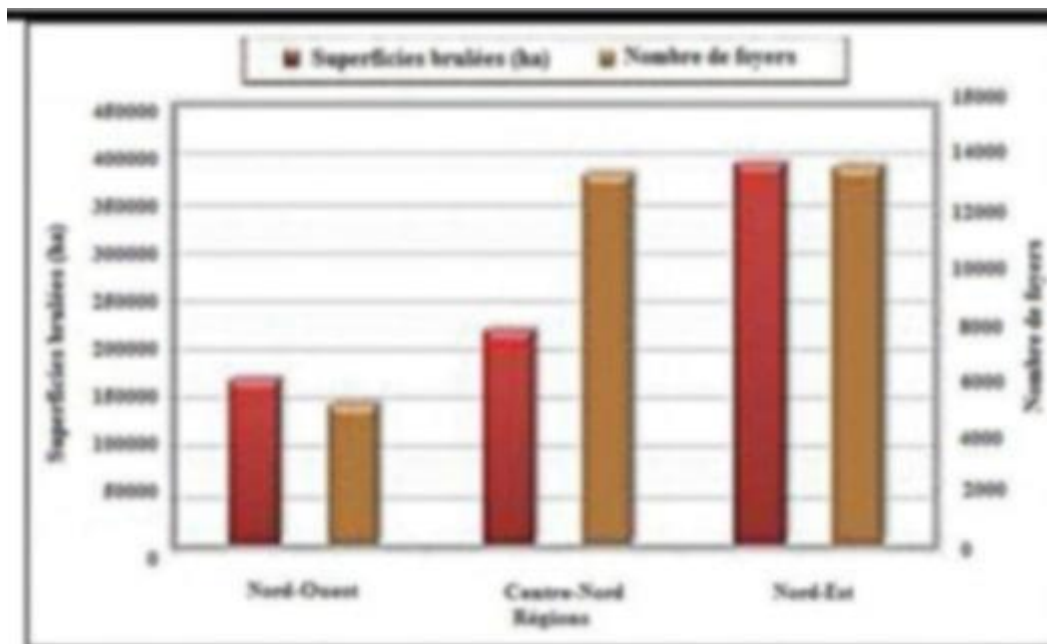


Figure n°3: Evolution annuelle des superficies de chêne liège (ha) parcourues par le feu.

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)

.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)

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 (MEDDDOUR, 2014)

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)

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. 4)



Figure4 Triangle du feu selon Medddour (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.

6-les facteurs influençant l'impact des incendies 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

.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 & Sonié, 1992 ; Tavşanoğlu & 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, 200).

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

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).

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 16 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.

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 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

.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.

7-Les principales causes des incendies de forêts

Les feux de forêt étaient une « activité » naturelle causée la plupart du temps par des phénomènes rares, comme une éruption volcanique ou un tremblement de terre, qui Chapitre 01 Notion de phytologie forestier 17 se produisent dans des zones géographiques très spécifiques ce n'est donc pas eux mais la foudre qui est le principal responsable des départs de feu de forêts d'origine naturelle. Aujourd'hui les causes naturelles sont beaucoup moins fréquentes et laissent désormais place aux activités humaines comme l'endommagement des lignes électriques ou encore d'accidents militaires comme ce fut le cas 2016 et 2017(1300 hectares de pins) en Algérie

7.1-Les causes naturelles

La végétation ne s'enflamme pas seule, même par forte sécheresse, l'unique cause naturelle connue dans le bassin méditerranéen est la foudre. Ce phénomène ne représente qu'un faible pourcentage (de 1 à 5 % en fonction des pays), probablement à cause de l'absence de phénomènes climatiques comme les tempêtes sèches. Les éruptions

volcaniques peuvent également être à l'origine d'incendies de forêt. Ce phénomène est cependant exceptionnel dans le bassin méditerranéen.

.7.2-Les causes humaines

Les causes d'origine anthropique ont un rôle prépondérant dans le déclenchement des incendies de forêt. On peut classer les causes d'origine humaine en deux grandes catégories :

- Les incendies dus à la négligence : Les populations tant rurales qu'urbaines montrent une faible connaissance du danger des incendies et leurs conséquences négatives. Parmi les incendies causés par imprudence, on peut citer : ▪ Récolte de miel ▪ Charbonnières ▪ Chauffages ▪ Préparation de thé ▪ Jet de mégot de cigarette ▪ Incinération de chaumes
- Les incendies intentionnels : Les pourcentages d'incendies provoqués intentionnellement sont réellement très élevés. Les brûlis agricoles et pastoraux qu'on laisse se propager jusqu'à la forêt. Leur but primaire est d'éliminer les résidus, le pâturage sec ou la végétation ligneuse, le but secondaire étant de faire reculer la forêt pour finalement occuper le terrain. Ce genre de pratique est très fréquent, dans les pays du Maghreb.
- Vengeance privée
- Conflits relatifs aux droits de chasse
- Conflits relatifs à la propriété des forêts
- Conflits relatifs à la politique forestière, par exemple lorsque des reboisements sont effectués aux dépens des terrains de parcours traditionnels, ou lorsque la création d'un parc national supprime ou restreint l'utilisation agricole ou pastorale des terres.

- Feux allumés dans le but d'éloigner des animaux nuisibles pour le bétail (sangliers, loups).
- Feux provoqués pour des raisons politiques. Bien que cités, parfois, comme un moyen pour perturber l'ordre public, associé au malaise social, il ne semble pas pour le moment, que les incendies soient d'une manière générale associés au terrorisme

7.3-Les causes inconnues

L'origine des incendies est souvent difficile à déterminer de fait de l'absence de preuves matérielles concrètes ; il en résulte que le pourcentage de causes inconnues peut être très important (COLIN, JAPPIOT, & MARIEL, 2001)

8-Impact des incendies sur l'écosystème subéraie :

L'écosystème subéraie est le plus vulnérable aux incendies, chaque année des milliers d'hectares de forêts de chêne liège méditerranéen sont brûlées (Berberis, 2003). Pour ce, différents auteurs ont insisté sur la gravité des dommages causés aux subéraies par le feu, sur l'estimation de ces dommages et sur les mesures sylvicoles ou autres de nature à éviter ou à réduire leurs dégâts. Mais parmi les essences typiquement méditerranéennes, le chêne liège se montre le mieux adapté au phénomène structural que représente l'incendie parfois même il en tire des avantages de sa régénération rapide face à la mortalité généralisée des autres essences forestières avec lesquelles il est en concurrence (Rossello, 2008). En fait quelques semaines après le feu, une explosion de rejets aériens et de drageons apporte une verdure rafraichissante et optimiste sur le fond noir du paysage calciné des collines méditerranéennes (Amandier, 2004). Le chêne liège grâce à la protection que lui fournit son écorce subéreuse et aux nombreux bourgeons dormants situés sous celle-ci. peut garder son port d'arbre et reconstituer une ambiance forestière en

quelques années (Piazzetta, 2004). La suberaie ainsi incendiée pourrait se cicatriser et être productive après 35 ans.

8.1 Incendie et vitalité de l'arbre

L'impact initial des feux de forêt est la destruction de la canopée, appareil aérien de l'arbre (Berberis, 2003), qui réagit en fonction de l'intensité du feu, de l'état de l'arbre mais surtout de son liège. Un arbre démasclé depuis peu de temps est condamné à périr contrairement aux arbres non démasclés. Les peuplements peuvent survivre à des incendies successifs en raison de sa couverture en liège (Boudy, 1951 ; Lamey, 1893) ; Elle protège l'assise cambiale de l'arbre assurant sa survie et les branches détruites sont remplacées par de nouveaux rameaux développés à partir des bourgeons dormants (colin, 2001). Si le volume de la canopée est entièrement endommagé ce n'est pas un aspect clé influençant la survie post incendie de l'arbre car le chêne liège peut facilement recouvrir sa canopée (Pausas, 1997), il a la particularité de se régénérer au niveau de la canopée et au niveau du sol d'où sa reconstitution rapide d'une structure quasi-forestière (Jacquet et al, 2007). Mais L'intensité de l'incendie, l'altération du collet peuvent être à l'origine d'une perte de vigueur de l'arbre, pouvant entraîner sa mort (colin, 2001). Ce matériau « liège » constitue un isolant thermique, qui fait de cette espèce une des espèces les moins sensibles au feu (Colin, 2001). *Quercus suber* est le seul chêne qui a la capacité d'avoir un phellogène active toute au long de sa vie. Il produit des couches de liège à l'extérieur (Moreira et al, 2007), qui protègent de façon adéquate les individus ; ce, en empêchant au feu d'atteindre le bois, c'est une variable clé de détermination de la survie de l'arbre après incendie (Pintus et al, 2004). Cette protection est en fonction de l'épaisseur du liège (Pausas, 1997). Les arbres dont le liège est épais résistent au feu et peuvent être récupérés facilement (Pintus et

al, 2004). Au cours d'un incendie, le liège male brûle et dessille en surface, mais sa combustion n'est pas profonde, elle est de l'ordre de quelques millimètres seulement. Avec le liège de reproduction, la croute brûle d'abord puis le liège, mais apparemment plus superficiellement que le liège male. Si le liège est trop mince, qu'il s'agisse de semis préexistants ou de jeunes brins, de branches de petits diamètres, de fûts déliégés dans l'année ou quelques années plus tôt, les assises génératrices sont atteintes et nécrosées par le feu.

8.2 Impact des incendies sur le sol

Le passage du feu agit sur la structure, composition et sur les microorganismes du sol, qui, à leurs tours agissent sur l'arbre (Colin 2001). Le feu induit une diminution de la stabilité des agrégats conduisant à une structure particulière. Cette transformation entraîne la réduction de la capacité de rétention et le taux d'infiltration de l'eau (Colin, 2001). L'enrichissement du sol en éléments minéraux solubles et des cendres qui proviennent de la combustion de la végétation apportent de l'azote, du phosphore et du potassium sous des formes assimilables. Ces apports consécutifs au feu favorisent l'apparition et la croissance des rejets. Ce sont les couches superficielles les plus riches en matière organique et les plus actives biologiquement qui sont les plus touchées (Colin, 2001). D'un autre côté, suite à l'incendie le sol est mis à nu et les modifications structurales induites par le feu augmentent très fortement les risques d'érosion (Berberis, 2003).

.8.3. Impact des incendies sur la faune

L'incendie affecte de façons différentes les divers groupes faunistiques. Certains ne survivent pas, brûlés ou asphyxiés par les fumées, notamment, la faune qui vie dans la litière ; et d'autres échappent au feu en fuyant et en trouvant des abris, ce

qui est le cas de la faune du sol profond. Les chances de survie des animaux dépendent de l'intensité du feu et de sa durée. Les incendies détruisent de façon indirecte les cycles biologiques des animaux, leurs habitats et diminuent leurs ressources alimentaires. En méditerranée, la reconstitution de la litière et de l'humus est longue, ce qui gêne la recolonisation animale et la reconstitution complète des communautés édaphiques ; mais ils finissent par se réinstaller car la subéraie se caractérise par une remarquable capacité de cicatrisation faunistique après incendie. (Prodon, 1989 ; Colin, 2001).

8 .4. Impact des incendies sur le cortège floristique

Après l'incendie, la végétation retourne à son état initial naturellement (Colin, 2001., Bekdouche, 2012). Le passage du feu élimine momentanément toute la végétation épigée, un nouvel équilibre va se mettre en place au cours de la cicatrisation de la subéraie. Les communautés perturbées se reconstituent identiques à celles qui préexistaient aux feux. La reconstitution des zones brûlées s'effectue à la fois floristiquement et structurellement (Bekdouche, 2012). Cela est dû essentiellement aux stocks de graines dormantes dans le sol, dont la germination est rapidement déclenchée suivant le traumatisme (Oulmouhoub, 2007). Bekdouche (2012) met en évidence la succession et la dynamique des espèces après feu dans la Mizrana. Il a constaté qu'à partir du deuxième mois après perturbation, la recolonisation du terrain devient de plus en plus effective. Plusieurs espèces brûlées reprennent, notamment par voie végétative d'autres, qui n'ont pas cette capacité reprennent par la voie sexuée, soit à partir de graine portées par la plante mère ou à partir de la banque des semences enfouies dans le sol. Ces espèces profitent de l'espace libéré, de l'apport des cendres (phosphore) et des conditions écologiques offertes par les incendies (lumière) et

forment alors sous le chêne liège de véritables pelouses (Trabaud, 1987).

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 antérieurs 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)

Conclusion

Les résultats de la présente étude sur la subéraie incendiée de Magalena (forêt domaniale d'El Kala) ont permis d'aboutir aux conclusions suivantes. Le stade 3 ans révèle la dominance des annuelles herbacées et arborescente avec une richesse et diversité floristique maximales. L'envahissement du milieu par ces espèces pionnières est dû essentiellement au stock de graines dormantes dans le sol, dont la germination est rapidement déclenchée au printemps suivant le traumatisme. Par ailleurs, la biologie des espèces et les conditions écologiques offertes par l'incendie, à savoir la richesse du sol en éléments fertilisants fournis par les cendres ainsi que la lumière fortement disponible, favorisent le développement de la strate herbacée. Ces espèces profitent de l'espace libéré par l'incendie et forment alors sous le chêne liège de véritables pelouses ouvertes les premières années suivant l'incendie. Grâce à l'apport minéral des cendres (phosphore), l'installation des Fabacées est favorisée. Ces dernières contribuent à leur tour à l'enrichissement du sol en azote. Elles préparent de ce fait un environnement adéquat pour les stades dynamiques ultérieurs. Si les perturbations ne sont pas trop rapprochées dans le temps, le feu possède un impact fugace sur la végétation et permet sa reconstitution normale selon les schémas évolutifs classiques, où la part de la régénération végétative reste majoritaire dans le processus de reconstitution des écosystèmes forestiers méditerranéens perturbés.

Le suivi pendant une année, pour la subéraie de Magalena (trois ans après incendie) doit être poursuivi afin de suivre l'évolution des principaux éléments biogènes notamment la dynamique des Fabaceae et des Cistaceae. Les résultats d'études ainsi menées pourraient ouvrir la voie des meilleurs choix dans les programmes de restauration des forêts incendiées.

Référence bibliographique

Aafi, A., Elkadmiri, A., Benabid, A. & Rachdi, M., 2005 : Richesse et diversité floristique de la subéraie de la Mamora (Maroc). *Act Bot. Malacitana*. 127-138p.

Abbas, M., 2006 : Le potentiel subéricole et la possibilité de production. Atelier sur la gestion durable de la suberaie Algérienne. El-Taref. 30-31p.

Allili, N., 1983 : Contribution à l'étude de la régénération du chêne liège dans la forêt domaniale de Beni-Ghobri, Tizi-Ouzou. Thèse d'ingénieur, INA El-harrach. 53p.

Amandier, L., 2004: Le comportement du Chêne-liège après l'incendie : conséquences sur la régénération naturelle des suberaies. In *Colloque Vivexpo 2004 : 'Le chêne-liège face au feu.*

Arambourg, C., Arènes, J., & Depape, G., 1953 : Contribution à l'étude des flores fossiles quaternaires de l'Afrique du Nord. Éd. du Muséum.

Arfa, A., Benderradji, M., & Alatou, D., 2009 : Analyse des bilans des incendies de forêt et leur impact économique en Algérie entre 1985-2006. *New Medit*, (1).

Arnaud M. Th., 1984 : Première approche de la dynamique des groupements à châtaignier (*Castanea sativa* Mill.) en région méditerranéenne : proposition d'une méthode d'étude. *Écol. médit.* X (3-4) :105-118

Barberis, A., Dettori, S., & Filigheddu, M.R., 2003 : Management problems in Mediterranean cork oak forests: post-fire recovery. *J. Arid Environ.* 54. 565–569p.

Bekdouche, F., 2010 : Evolution après feu de l'écosystème suberaie de Kabylie (Nord de l'Algérie). Thèse de doctorat d'état. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 147p.

Bekdouche, F., 1997 : Evolution de la végétation et du sol superficiel d'une subéraie après feu: cas de la forêt de Mizrana (Tizi Ouzou). Thèse de Magister en Ecologie Végétale, Institut de Biologie, U. M. M. T. O. 82 p.

Bekdouche, F., Sahnoune, M., Krouchi, F., Achour, S., Guemati, N., & Derridj, A., 2011 : The contribution of legumes to post-fire regeneration of *Quercus suber* and *Pinus halepensis* forests in northeastern Algeria. *Rev Ecol-Terre Vie*, 66. 29-42 p.

Ben Jamâa, L., & Abdelmoula, K., 2004 : Les feux de forêts dans la suberaie tunisienne. In *Colloque Vivexpo 2004 : Le chêne-liège face au feu*.

Bennadja, S., De Bélair, G., & Chefrou, A., 2007 : Essais de régénération artificielle par semis de la subéraie de Numidie orientale. *Forêt méditerranéenne*, 28(1). 15-26 p.

Bernetti, G., 1995 : Selvicoltura speciale. *Unione Tipografico-Editrice Torinese*.

Bertrand, R., 2007 : Etude de l'impact du régime d'incendie sur la végétation et le chêne liège (*Quercus suber*) en Provence siliceuse : mortalité, capacité de régénération et morphologie. Thèse de master en foresterie, institut des sciences et des industries du vivant et de l'environnement, France. 76p.

Blanco, E., Casado, M. A., Costa, M., Escribano, R., García, M., Génova, M., & Regato, P., 1997 : Los bosques ibéricos. *Una interpretación geobotánica*. Planeta, Barcelona.

Bond, W. J., Woodward, F. I., & Midgley, G. F., 2005 : The global distribution of ecosystems in a world without fire. *New phytologist*, 165(2), 525-538 p.

Boudy, P., 1950 : Économie forestière Nord-Africaine : *Monographies et traitements des essences forestières*. Éd. Larose.

Bouhraoua, T., 2003 : Situation sanitaire de quelques forêts de chêne-liège de l'ouest Algérien. Etude particulière des problèmes posés par les insectes. Thèse de Doctorat. Faculté des sciences, Université de Tlemcen. 267p.

Catry, F. X., Moreira, F., Duarte, I., & Acácio, V., 2009: Factors affecting post-fire crown regeneration in cork oak (*Quercus suber* L.) trees. *European Journal of Forest Research*, 128(3). 231-240p.

Cheddadi, R., 2004 : Changements environnementaux du Nord-Ouest de l'Afrique : passé, présent et futur. Éditions Artcom'-Errance, Paris. 314p.

Colin, P. Y., 2001 : Protection des forêts contre l'incendie : *fiches techniques pour les pays du bassin méditerranéen* (Vol. 36). Food & Agriculture Org.

Conservation des forêts d'El Tarf, 2024: Rapport sur l'étude d'aménagement des forêts d'El Tarf. 35p.

Curt, T., Adra, W., & Borgniet, L., 2009: Fire-driven oak regeneration in French Mediterranean ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 258(9). 2127-2135 p.

Dobignard & Chatelain, 2011-2013 : Index synonymique de l'Afrique du Nord.

Debussche M., Escarré J., Lepart J., Houssard C. & Lavorel S., 1996: Changes in Mediterranean plant succession: Old-fields revisited. *Journal of Vegetation Science*, 7: 519-526.

De Luis, M., Raventós, J., Wiegand, T., & Carlos González Hidalgo, J., 2008: Temporal and spatial differentiation in seedling emergence may promote species coexistence in Mediterranean fire-prone ecosystems. *Ecography*, 31(5). 620-629 p.

Dib, T. & Ait Tayeb A., 2013 : Contribution à l'étude de la régénération naturelle du chêne liège près passage d'incendie dans la forêt domaniale de Taksebt, (Commune de Zekri, Wilaya de Tizi-Ouzou). Mémoire d'ingénieur d'état en Foresterie, département des Sciences agronomiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie. 64p.

Et-Tobi M., Ezzahiri M. & Belghazi B., 1998 : Apport des techniques d'analyse multivariable à l'évaluation de l'état de végétation des peuplements forestiers. Cas du chêne liège en Maâmora (Maroc atlantique). *Sécheresse*, 9 : 219-226.

Géhu J.M., 1998 : Concepts et méthodes de la phytosociologie et de la symphytosociologie. *In Réflexion et compilation bibliographique des données existantes sur les stratégies élaborées par les différents pays. Application à l'Algérie.* Annexe no 3. Alger/Bailleul, FEM/PNUD, 46p.

Gonzalez, C., & Dutt, V., 2007: Learning to control a dynamic task: A system dynamics cognitive model of the slope effect. *Learning*, vol. 7, P.1.

IML, Institut méditerranéen du liège, 2005 : Plan stratégique liège pour les Pyrénées orientales. 75p.

Jacquet, K., & Prodon, R., 2007 : Résilience comparée des peuplements de Chêne vert et de Chêne-liège après incendie. *Revue forestière française*, LIX: 31-44 p.

Lamey, A., 1893 : Le chêne liège, sa culture et son exploitation. Paris, Nancy. Edit. BergerLevrault. 289 p.

Lumaret, R., Tryphon-Dionnet, M., Michaud, H., Sanuy, A., Ipotesi, E., Born, C., & Mir, C., 2005: Phylogeographical variation of chloroplast DNA in cork oak (*Quercus suber*). *Annals of Botany*, 96(5). 853-861p.

Margot, P., 2006 : Du chêne liège au bouchon, Paris 1 : histoire et géographie. Cepdivin.org.

Meddour, O., González, A., Meddour, R., & Derridj, A., 2013: Wildfire Management Policies in Algeria: Present and Future Needs. *In International Symposium on Fire Economics, Planning, and Policy: Climate Change and Wildfires.* 382p.

Meddour, O., Meddour, R., & Derridj, A., 2010 : Les facteurs favorables aux incendies de forêts en région méditerranéenne. *Revue CAMPUS*, (17). 4-12p.

Merouani, H., 1996 : Contribution à l'étude de la régénération naturelle du chêne liège (*Quercus suber* L.), maturité des glands. Thèse de Magister inst. Bio. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 172 p.

Messaoudene, M., 1989 : Approche dendroclimatologique et productivité de *Quercus afares* Pomel et *Quercus canariensis* Willd. dans les massifs forestiers de l'Akfadou et de BéniGhobri en Algérie. Doctoral dissertation, PhD thesis, Université Aix-Marseille III.

Messaoudene, M., Chennoune, K., Guettas, A., Ounnas, A. & Roula, B., 2009 : Guide sur le chêne liège. Edit. INRF. 25p.

Miller, M., 2000: Fire autecology. *Wildland fire in ecosystems: effects of fire on flora*. 9-34p.

Moreira, F., Catry, F., Duarte, I., Acácio, V., & Silva, J. S., 2009: A conceptual model of sprouting responses in relation to fire damage: an example with cork oak (*Quercus suber* L.) trees in Southern Portugal. *Plant Ecology*, 201(1). 77-85p.

Moreira, F., Duarte, I., Catry, F., & Acácio, 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(1). 30-37p.

Natividade J.V., 1956: Subericulture. *Edit. Française de l'ouvrage portugais subericultura*. ENEF, Nancy. 301p.

Naveh Z., 1975 : The evolutionary significance of fire in the Mediterranean region. *Vegetatio*, 3: 199-208.

Oliveras, I., Gracia, M., Moré, G., & Retana, J., 2009: Factors influencing the pattern of fire severities in a large wildfire under extreme meteorological conditions in the Mediterranean basin. *International Journal of Wildland Fire*, 18(7). 755-764p.

Orieux, A., 1974 : Conditions météorologiques et incendies en région méditerranéenne. *Revue Forestière Française*, 1974, S, fascicule thématique " Les incendies de forêts".

- Orloci L. & Kenkel N.C., 1985 :** *Statistical Ecology Monograph*. Vol. I: *Introduction to data analysis*. International Cooperative Publishing House, 339 p.
- Ouelmouhoub S., 2005 :** *Gestion multi-usage et conservation du patrimoine forestier : cas des suberaies du parc national d'El Kala (Algérie)*. Montpellier, CIHEAM-IAMM, série « Master et Science » no 78, 129 p.
- Ouelmouhoub S., 2003 :** *Contribution à l'étude des suberaies de la région d'El Kala : dynamique postincendie des successions végétales et leur biodiversité*. Thèse Magister INA Alger, 88 p. + annexes.
- Oulmouhoub, S., & Benhouhou, S., 2007 :** Évolution floristique des suberaies incendiées dans la région d'El Kala (nord-est Algérie). *Ecologia mediterranea*, 33. 85-94p.
- Pausas, J. G., & Keeley, J. E., 2009:** A burning story: the role of fire in the history of life. *BioScience*, 59(7). 593-601p.
- Pausas, J. G., & Keeley, J. E., 2014:** Abrupt climate-independent fire regime changes. *Ecosystems*, 17(6). 1109-1120p.
- Pausas, J. G., 1997:** Resprouting of *Quercus suber* in NE Spain after fire. *Journal of Vegetation Science*, 8(5). 703-706p.
- Pausas, J. G., 1999:** Response of plant functional types to changes in the fire regime in Mediterranean ecosystems: a simulation approach. *Journal of Vegetation Science*, 10(5). 717- 722p.
- Pausas, J. G., Marañón, T., Caldeira, M., & Pons, J., 2009:** Natural regeneration. *Cork Oak Woodlands on the Edge*, 1. 115-125p.
- Piazzetta, R., 2004 :** Réhabilitation des suberaies incendiées : Quelles perspectives pour l'utilisation du liège brûlé en bouchonnerie. In *Colloque Vivexpo 2004 : 'Le chêne-liège face au feu*.
- Piazzetta, R., 2005 :** État des lieux de la filière liège française. Institut méditerranéen du liège. *Project-Interreg III-B. Medoc. SUBER-MED*.
- Pintus, A., & Ruiu, P. A., 2006 :** Les incendies et l'exploitation des subéraies en Sardaigne. In *Actes du colloque international « L'Homme et le liège »*, Vivès (Francia), Vol. 15. 17 p.
- Pintus, A., & Ruiu, P., 2004 :** La réhabilitatio **Plaisance, G., 1977 :** Le chêne liège. *Forêt Privée Franc*, 118. 57-64p.
- Pons, A., & Reille, M., 1988:** The Holocene-and Upper Pleistocene pollen record from Padul (Granada, Spain): a new study.

Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 66(3- 4). 243-249 p.

Pouillade, C., 1952 : Le liège et les industries du liège. Les Impressions Techniques des suberaies incendiées. *Colloques Internationaux Vivexpo 2004* : 'Chêne liège face au feu'.

Plaisance, G., 1977 : Le chêne liège. *Forêt Privée Franc*, 118. 57-64p.

Pons, A., & Reille, M., 1988: The Holocene-and Upper Pleistocene pollen record from Padul (Granada, Spain): a new study. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 66(3- 4). 243-249 p.

Pouillade, C., 1952 : Le liège et les industries du liège. Les Impressions Techniques

Prodon, R., Fons, R., & Binche, F. A., 1989 : Impacto ecológico de los incendios sobre la fauna de los alcornoques = Impact écologique des incendies sur la faune des suberaies. *Scientia gerundensis*, (15). 185-188p.

Quézel P., & Medail F., 2003 : Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. *Edition Elsevier*, Paris. 571p.

Quézel P., & Santa, S., 1962-1963 : *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. 2 vols, CNRS (eds). Paris. 1170 p

Reille, M., 1977 : Contribution pollenanalytique à l'histoire holocène de la végétation des montagnes du Rif (Maroc septentrional). Xe congrès INQUA. Birmingham. *Supplément au bulletin AFEQ*, 50. 53-76 p.

Rosselló M. & Beltrán R., 2008 : Quels arguments en faveur de la suberaie et du liège ?, in *La Guerre des Bouchons*, actes du colloque international Vivexpo 2008.

Ryan, K. C., 1982: Evaluating potential tree mortality from prescribed burning. *Site preparation and fuels management on steep terrain*. Washington State University, Cooperative Extension, Pullman, WA. 167-179p.

Saccardy, L., 1938 : Le Chêne-liège et le Liège en Algérie (Suite et fin). *Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale*, 18(204). 574-593p.

- Salamani, M., 1991** : Premières données palynologiques sur l'histoire Holocène du massif de l'Akfadou (Grande-Kabylie, Algérie). *Ecologia Mediterranea*, 17. 145-159p.
- Seigue, A., 1987** : La Forêt méditerranéenne française. *Aménagement et protection contre les incendies*. Aix-en-Provence, Edi sud.
- Sémah, A., & Renault, J., 2004** : L'évolution de la végétation depuis deux millions d'années. Éditions Artcom'-Errance, Paris. 314p.
- Silva, J., & Catry, F., 2006**: Forest fires in cork oak (*Quercus suber* L.) stands in Portugal. *International Journal of Environmental Studies*, 63(3). 235-257p.
- Trabaud, L., 1984**: Fire adaptation strategies of plants in the French Mediterranean area. In *Being alive on land*. 63-69 p. Springer Netherlands.
- Trabaud, L., 1987**: Dynamics after fire of Schlerophyllous plant communities in the Mediterranean basin. *Ecologia mediterranea*, 13(4). 25-37 p.
- Trabaud, L., 1991**: Fire regimes and phytomass growth dynamics in a *Quercus coccifera* garrigue. *Journal of Vegetation Science*, 2(3). 307-314 p.
- Trabaud, L. & Lepart, J., 1981** : Changes in the floristique composition of a *Quercus coccifera* L. garrigue in relation to different fire regimes. *Vegetatio* 46: 105 - 116.
- Varela, M. C., 2004** : Le chêne-liège et les incendies de forêts : le cas portugais. In *colloque Vivexpo : le chêne liège face au feu*.
- Velez, R., 1999** : Espagne : les feux de forêt en 1998. *Forêt méditerranéenne*, 20(2).
- Whelan, R. J., 1995**: The ecology of fire. *Cambridge University-a short interval between fires in California chaparral*.
- Vilà M. & Sardans J., 1999** : Plant competition in mediterranean-type vegetation. *Journal of Vegetation Science*, 10: 281-294.
- WWF, Fonds Mondial pour la Nature., 2001** : Les forêts de méditerranée, une nouvelle stratégie de conservation. *WWF Programme Méditerranée*, Rome. 25 p.
- Yessad, S., 2000** : le chêne liège et le liège dans les pays de la méditerranée occidentale. Ed. ASBL Forêt Wallonne. 111p.

Younsi, S., 2006 : Diagnostique des essais de reboisement et de régénération du chêne liège (*Quercus suber*) dans la région de Jijel ; Mémoire de Magister, Université Mentouri de Constantine. 104p.

Zeraia, L., 1981 : Essai d'interprétation comparative des données écologiques, phénologiques et de production subero-ligneuse dans les forêts de chêne-liège de Provence cristalline (France méridionale) et d'Algérie. Thèse de doctorat Science, Université Aix Marseille III. 367p.