

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

جامعة باجي مختار - عنابة

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA



FACULTE DES

SCIENCES

DEPARTEMENT

DE BIOLOGIE

Thèse en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat  
en Biologie Végétale

**Intitulée**

# **Caractérisation sylvicole et sanitaire de la subéraie d'Annaba en vue d'une gestion durable**

**Présentée par : SAADI Hamza**

**Devant le jury :**

ZIANE Nadia	Maitre de conférences A	Présidente	UBM Annaba
HABBACHI Wafa	Professeur	Directrice de thèse	UBM Annaba
DELIMI Amel	Maitre de conférences A	Examinatrice	Univ. Chadli Bendjedid El Tarf
TREA Saliha	Maitre de conférences A	Examinatrice	UBM Annaba
RIZI Hadia	Maitre de conférences A	Examinatrice	Univ. Chadli Bendjedid El Tarf
REBBAS Khellaf	Professeur	Examineur	Univ. Mohamed Boudiaf M'sila

**Année universitaire : 2023/2024**

# Remerciement

Tout d'abord, je tiens à remercier le bon Dieu le tout puissant, qui nous a accordé la force, la santé et le courage de mener à terme ce travail.

Je tiens à remercier ma promotrice, **Professeur HABBACHI Wafa** pour son aide, ses conseils, ses orientations et son grande gentillesse. Merci pour avoir accepté d'encadrer ce mémoire et diriger ce travail, pour votre présence et votre disponibilité permanente.

Je souhaiterai à remercier les membres du jury qui ont accepté d'évaluer ce travail de thèse. Merci à **Mme Ziane Nadia** Maitre de conférences A à l'Université Badji Mokhtar Annaba d'avoir accepté la présidence du jury.

Je remercie Mme **DELIMI Amel** Maitre de conférences A à l'Université Chadli Bendjedid El Tarf pour m'avoir fait l'honneur d'accepter d'examiner ce travail et **Mme TREA Saliha** Maitre de conférences A à l'Université Badji Mokhtar Annaba d'avoir accepté d'évaluer et d'examiner cette thèse.

Je tiens également à remercier **Mme RIZI Hadia** Maitre de conférences A à l'Université Chadli Bendjedid El Tarf qui a accepté de juger ce travail en tant qu'examinatrice.

Je remercie également **Mr REBBAS Khellaf** Professeur à l'Université Mohamed Boudiaf M'sila pour toute l'attention dont il a fait preuve en examinant ce mémoire.

Je tiens à remercier le personnel de la conservation des forêts d'Annaba en particulier celui du district de Seraïdi pour leur contribution à ce travail.

Sans oublier **Dr Filipe Xavier Catry** pour le chaleureux accueil au niveau de son laboratoire de recherche au Centre d'Écologie Appliquée Professeur Baeta Neves (CEABN), à l'Institut Supérieur d'Agronomie (ISA) de l'Université de Lisbonne (UL).

## *Dédicace*

*Je dédie ce travail :*

*À mon Dieu qui m'offre la santé et le courage d'achever ce travail.*

*À mes très chers parents*

*À mon cher frère Oussama*

*À mes petits Chaïma, Imene, Mohamed El-Hadi et Romisa*

### Résumé

La présente étude est devisée en deux axes de travail, le premier s'inscrit dans l'évaluation de la situation sanitaire des subéraies de l'Edough à Annaba. Pour cette raison, nous avons mis en place un réseau de surveillance continu (2016 –2018) où nous avons effectué des relevés sanitaires, sylvicoles, dendrométriques, floristiques et d'exploitation afin de caractériser le peuplement de chêne-liège. Le second vise à élucider les conséquences des incendies et les modalités de reprise végétative des peuplements de chêne liège localisés dans la forêt domaniale de Seraïdi, afin de déterminer quelles variables avaient une influence significative sur la bonne ou la mauvaise régénération de chêne liège après l'incendie.

Pour les sites non incendiés, les relevés révèlent une coloration normale des feuilles accompagnée d'une légère défoliation au niveau des deux sites d'études. Le calcul de l'indice de dépérissement (ID) indique que le site de Berouaga (ID=1,42 en moyen) et même de Bouzizi (ID=1,46 en moyen) sont sains. Les arbres ont en moyenne 7 m, de hauteur, 140 cm de circonférence, 170 cm de hauteur d'écorçage. La flore lichénologique est omniprésente au niveau des deux sites d'études. Un pourcentage faible d'arbres au niveau des placettes d'études ont présenté des déformations ou des blessures alors qu'environ 40% des arbres échantillons présentes des crevasses et aussi des trous d'insectes xylophages. Le chêne liège dans les placettes d'études est accompagné par un sous-bois riche en plantes composé de plusieurs espèces appartenant à différentes familles nous citons: *Erica arborea*, *Rubus ulmifolius* Schott, *Pteridium aquilinum*, *Cytisus triflorus*, *Cistus salviiifolius*, *Asphodelus microcarpus*, *Daphne gnidium* et *Arbutus unedo*.

Concernant les subéraies incendiées, le feu ayant parcouru les deux sites d'études est considéré comme violent pour les arbres étudiés. Plus de 76% des sujets ont été calcinés sur toute la hauteur. À la fin de l'étude, la plupart des arbres brûlés ont repris leur activité physiologique, avec un taux de mortalité varie entre 7,25 et 22,72%. Des rejets qui partent simultanément de la couronne et de la base ont également été enregistrés sur 7,27 à 8% des arbres échantillons. Les résultats d'infestation des arbres montrent un taux d'attaque par *Platypus cylindrus* de 10% des arbres étudiés et que l'installation de l'insecte sur les arbres suit une stratégie liée aux caractéristiques suivantes : dendrométriques (hauteur 6 à 8m, circonférence > 110cm); d'exploitation (arbres démasclés).

**Mots clés:** Chêne liège, dépérissement, incendies, reprise végétative, sous-bois, *Platypus cylindrus*, Edough.

## Summary

This study is divided into two areas of work. The first is an assessment of the sanitary situation of the Edough cork oak forest in Annaba. For this reason, we set up a continuous monitoring network (2016 -2018) in which we carried out sanitary, silvicultural, dendrometric, floristic and exploited surveys in order to characterise the cork oak stand. The second aims to elucidate the consequences of fires and the modalities for the vegetative recovery of cork oak stands located in the Seraïdi state forest, in order to determine which variables had a significant influence on the good or poor regeneration of cork oak after the fire.

For the sites that had not been burnt, the readings showed normal leaf colouring and slight defoliation at the two study sites. Calculation of the decay index (DI) indicates that the Berouaga site (DI=1.42 on average) and even the Bouzizi site (DI=1.46 on average) are healthy. The trees are on average 7 m high, 140 cm in circumference and 170 cm high at the bark. Lichenological flora is ubiquitous at both study sites. A small percentage of trees in the study plots showed deformations or wounds, while around 40% of the sample trees showed cracks and wood boring insect holes. The cork oak in the study plots is accompanied by a plant-rich undergrowth composed of several species belonging to different families, including *Erica arborea*, *Rubus ulmifolius* Schott, *Pteridium aquilinum*, *Cytisus triflorus*, *Cistus salviifolius*, *Asphodelus microcarpus*, *Daphne gnidium* and *Arbutus unedo*.

In the case of the cork oak forest that burnt down, the fire that swept through the two study sites is considered to have been violent for the trees studied. Over 76% of the trees were burnt to the ground. At the end of the study, most of the burnt trees had resumed their physiological activity, with a mortality rate varying between 7.25 and 22.72%. Sprouting from the crown and base simultaneously was also recorded on 7.27 to 8% of the sample trees. The results of the infestation of the trees show that *Platypus cylindrus* attacks 10% of the trees studied and that the insect settles on the trees following a strategy linked to the following characteristics: dendrometric (height 6 to 8m, circumference > 110cm); exploitation (unmasked trees).

**Key words:** Cork oak, decline, fires, vegetative recovery, undergrowth, *Platypus cylindrus*, Edough.

### ملخص

تنقسم هذه الدراسة إلى محورين رئيسيين، الأول يعمل على تقييم الحالة الصحية لغابات بلوط الفلين بمنطقة إدوغ بولاية عنابة. لهذا السبب، أنشأنا شبكة مراقبة مستمرة (2016-2018) حيث أجرينا عدة كشوفات متعلقة بالأشجار وأخرى بمحيطها من أجل تحديد خصائص بلوط الفلين. ويهدف الثاني إلى توضيح تأثير الحرائق وطرق الإنعاش الخضري لأشجار بلوط الفلين المتواجدة بغابة سيرايدي الوطنية، من أجل تحديد المتغيرات التي كان لها تأثير كبير على التجدد الجيد أو السيئ لبلوط الفلين بعد الحريق.

بالنسبة للمواقع غير المحترقة، أظهرت القراءات تلويناً طبيعياً للأوراق مصحوباً بتساقط بسيط للأوراق على مستوى موقعي الدراسة. ويشير حساب مؤشر التدهور أن كل من غابة الفلين بموقع برواق وأيضاً بموقع بوزيزي حالتها جيدة. يبلغ متوسط ارتفاع الأشجار 7 أمتار، ومحيطها 140 سم، وارتفاع لحاءها المنزوع 170 سم. النباتات الحزازية منتشرة على أغلب الأشجار في موقعي الدراسة. وأظهرت نسبة صغيرة من الأشجار تشوهات أو إصابات، في حين أظهرت حوالي 40% من أشجار العينة شقوقاً وأيضاً فتحات حشرات آكلة للخشب. يرافق بلوط الفلين على الأرض شجيرات مكونة من عدة أنواع تنتمي إلى عائلات مختلفة نذكر منها:

*Erica arborea*, *Rubus ulmifolius* Schott, *Pteridium aquilinum*, *Cytisus triflorus*, *Cistus salviifolius*, *Asphodelus microcarpus*, *Daphne gnidium* و *Arbutus unedo*.

يتعلق بأشجار بلوط الفلين المحروقة، فإن الحريق الذي اجتاح موقعي الدراسة يعتبر عنيفاً بالنسبة للأشجار المدروسة. تم تقم أكثر من 76% من الأشجار بشكل كامل إلا أنه في نهاية الدراسة، استأنفت معظم الأشجار المحترقة نشاطها الفسيولوجي، وتراوحت نسبة موت الأشجار بين 7.25 و 22.72%. كما تم تسجيل الفروع التي تغادر في وقت واحد من التاج والقاعدة على 7.27 إلى 8% من أشجار العينة. أظهرت النتائج إصابة 10% من الأشجار التي تمت دراستها نتيجة هجوم حشرة *Platypus cylindrus*.

وأن تواجد الحشرة على الأشجار يتبع استراتيجيات مرتبطة بالخصائص التالية: الارتفاع من 6 إلى 8 أمتار، المحيط < 110 سم وكذا الأشجار منزوعة الفلين.

**الكلمات المفتاحية:** بلوط الفلين، التدهور، الحرائق، الانتعاش الخضري، شجيرات *Platypus cylindrus*، إدوغ.

## Liste des Figures

<b>Figure 01:</b> Localisation géographique des sites d'étude .....	3
<b>Figure 02:</b> Carte géologique du massif de l'Edough.....	5
<b>Figure 03 :</b> Carte pédologique de la zone étudiée .....	6
<b>Figure 04:</b> Températures moyennes mensuelles en (°C) de la région de Seraïdi .....	7
<b>Figure 05 :</b> Précipitations mensuelles (mm) de la région de Seraïdi.....	8
<b>Figure 06 :</b> Diagramme Ombrothermique de la région de Seraïdi (2001/2011).....	9
<b>Figure 07:</b> Position de la zone étudiée sur le Climagramme d'Emberger (1955).....	10
<b>Figure 08:</b> Humidité de l'air moyenne mensuelle (%) de la région de Seraïdi (2001-2011) ...	11
<b>Figure 09 :</b> Vitesse moyenne mensuelle du vent en (m/s) de la région de Seraïdi (2001-2011)	11
<b>Figure 10:</b> Evaporation moyenne mensuelle en (mm) de la région de Seraïdi (2001-2011) ..	12
<b>Figure 11:</b> Le nombre moyen des jours où il a neigé et d'enneigement .....	13
<b>Figure 12:</b> Répartition des forêts de chêne liège dans le bassin méditerranéen .....	16
<b>Figure 13 :</b> La répartition du chêne liège sur la carte des groupes de végétation en Algérie .	17
<b>Figure 14 :</b> Récolte du liège à Seraïdi aout 2016. ....	20
<b>Figure 15 :</b> Sous-produits de chêne liège présentés au niveau d'observatoire du chêne-liège et du liège de Coruche- centre Portugal- octobre 2017 .....	22
<b>Figure 16 :</b> Sous-produits de chêne liège présentés au niveau d'une exposition qui a été lieu le 01/11/2019 à Coruche- centre Portugal .....	22
<b>Figure 17:</b> Un piège à phéromone (à gauche) et un piège d'interception adopté par Dr Philippe Xavier Catry (à droite) utilisés à Coruche centre Portugal pour attraper le <i>Platypus cylindrus</i>	25
<b>Figure 18:</b> Evolution annuelle de la superficie incendiée de chêne liège en Algérie entre 1985 et 2012 .....	26
<b>Figure 19 :</b> Chute d'arbre 01 jour après incendie d'été 2016 .....	27
<b>Figure 20 :</b> Subéraie à Seraïdi après 07 jours du feu d'été 2017.....	27
<b>Figure 21 :</b> Arbre mort 02 ans après incendie d'été 2012 .....	27
<b>Figure 22:</b> Subéraie 12 mois après incendie d'été 2015.....	27
<b>Figure 23:</b> Récupération d'une subéraie 02 ans après incendie d'été 2012 .....	27
<b>Figure 24:</b> Subéraie exploitée 04 ans après incendie d'été 2012 .....	27
<b>Figure 25:</b> Comportement du chêne-liège après incendie .....	28
<b>Figure 26:</b> La situation géographique des sites non incendiés .....	31
<b>Figure 27:</b> Installation d'une placette au niveau du site Berouaga) .....	32
<b>Figure 28:</b> Installation d'une placette au niveau du site Bouzizi .....	32

<b>Figure 29:</b> Échelle d'estimation visuelle des catégories d'arbres de chênes-lièges atteints selon les proportions de feuillage affecté .....	35
<b>Figure 30:</b> La situation géographique des sites incendiés .....	38
<b>Figure 31:</b> Délimitation de la parcelle incendiée d'Ain Attaoua 06 mois après passage du feu .....	39
<b>Figure 32:</b> Délimitation de la parcelle incendiée d'El Faham 06 mois après passage du feu..	39
<b>Figure 33:</b> Un modèle conceptuel des réponses post-incendie d'un arbre en germination qui a subi une consommation totale de la couronne .....	41
<b>Figure 34:</b> Échelle d'estimation visuelle du degré de brûlure des chênes-liège .....	42
<b>Figure 35:</b> Échelle d'estimation visuelle des classes de reprises végétatives des chênes lièges .....	43
<b>Figure 36:</b> Répartition des arbres à Berouaga en fonction des classes d'âge.....	44
<b>Figure 37 :</b> Répartition des arbres à Berouaga en fonction des classes d'âge .....	45
<b>Figure 38:</b> Évolution de l'indice de dépérissement dans les deux stations .....	49
<b>Figure 39:</b> Répartition des crevasses dans les sites d'étude .....	50
<b>Figure 40:</b> Descripteurs de l'état sanitaire du tronc et de la zone sous corticale des arbres échantillons des 2 sites durant les années d'étude .....	51
<b>Figure 41:</b> Crevasse.....	52
<b>Figure 42:</b> Suintement noirâtre.....	52
<b>Figure 43 :</b> Blessure .....	52
<b>Figure 44:</b> Flore lichénologique .....	52
<b>Figure 45 :</b> Déformation.....	52
<b>Figure 46 :</b> Trous d'insecte xylophage .....	52
<b>Figure 47:</b> Salsepareille) .....	56
<b>Figure 48:</b> Bruyère arborescente .....	56
<b>Figure 49 :</b> Régénération naturelle .....	56
<b>Figure 50:</b> Asphodèle .....	56
<b>Figure 51:</b> Ronce à feuilles d'ormeau.....	56
<b>Figure 52:</b> Daphné garou .....	56
<b>Figure 53 :</b> Répartition mensuelle des superficies incendiées de chêne liège dans la région d'Annaba entre juin et octobre 2012 .....	57
<b>Figure 54 :</b> Répartition de la surface brûlée selon l'âge du liège dans la région d'Annaba....	58
<b>Figure 55 :</b> Répartition de crevasses des deux sites d'étude El Fahama et Ain Attaoua.....	61

<b>Figure 56 :</b> Hauteur du feu au niveau des arbres de deux sites d'études .....	62
<b>Figure 57:</b> Site El Fahama après 06 mois du passage de feu .....	63
<b>Figure 58:</b> Site El Fahama après 12 mois du passage de feu .....	63
<b>Figure 59 :</b> Subéraie El Fahama après 18 mois de passage du feu.....	63
<b>Figure 60 :</b> Ain Attaoua après 01 mois du passage du feu.....	64
<b>Figure 61 :</b> Ain Attaoua après 03 mois du passage du feu.....	64
<b>Figure 62:</b> Ain Attaoua après 18 mois du passage du feu.....	64
<b>Figure 63:</b> Réponses post-incendie de <i>Q. suber</i> au niveau du site El Fahama.....	66
<b>Figure 64:</b> Réponses post-incendie de <i>Q. suber</i> au niveau du site Ain Attaoua.....	67
<b>Figure 65:</b> Reprise végétative des arbres brulés à Ain Attaoua.....	67
<b>Figure 66:</b> Reprise végétative des arbres brulés à El Fahama .....	68
<b>Figure 67:</b> Arbres morts après l'incendie.....	68
<b>Figure 68:</b> Rejets de la couronne après l'incendie : 12 mois après le feu (à gauche ; site El Fahama) et environ 18 mois après le feu (à droite ; site Ain Attaoua).....	68
<b>Figure 69:</b> Rejets de base après un incendie : 12 mois après le feu (à gauche ; site El Fahama) et environ 18 mois après le feu (à droite ; site Ain Attaoua).....	69
<b>Figure 70:</b> Régénérations à partir des bourgeons dormants (épicormiques) au niveau du site Ain Attaoua .....	69
<b>Figure 71:</b> Régénérations épicormiques (repousse à partir d'un bourgeon dormant) au niveau du site El Fahama .....	70
<b>Figure 72:</b> Rejets de la couronne séchés au niveau du site El Fahama après 12 mois du passage du feu .....	70
<b>Figure 73:</b> Régénération séché au niveau du site Ain Attaoua 18 mois après le feu (à gauche ; rejet de base séché) et (à droite ; mortalité différée).....	71
<b>Figure 74:</b> Pourcentage des arbres attaqués par <i>Platypus cylindrus</i> selon ; classes hauteur (CH1-CH3) à gauche et classes circonférence (CC1-CC3) à droite.....	72
<b>Figure 75:</b> Signe de la présence de <i>Platypus cylindrus</i> sur le tronc : sciure de bois jaune orangé sortant des trous d'entrée à Ain Attaoua après 18 mois de passage du feu .....	73
<b>Figure 76:</b> Pourcentage des arbres attaqués par cérambycidés selon ; classes hauteur (CH1-CH3) à gauche et classes circonférence (CC1-CC3) à droite .....	74
<b>Figure 77 :</b> Drageons de chêne-liège émis suite à l'incendie .....	75
<b>Figure 78:</b> Ciste à feuille de sauge .....	75
<b>Figure 79:</b> Diss .....	75

<b>Figure 80</b> : Filaire à feuille étroite.....	75
<b>Figure 81</b> : Arbousier .....	75
<b>Figure 82</b> : Pistachier lentisque .....	75

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1.</b> Températures moyennes mensuelles (°C) ; Précipitations mensuelles (mm) de la région de Seraïdi (2001/2011).....	9
<b>Tableau 2.</b> Données sur le calcul de Q2 .....	10
<b>Tableau 3.</b> Nombre moyen de jours d'orage à Seraïdi (Seltzer.P, 1946 in BNEF, 1990) .....	12
Nombre moyen de jours de sirocco à Seraïdi (BNEF, 1990).....	13
<b>Tableau 5.</b> Critères pour déterminer la date appropriée pour récupérer le liège incendié .....	29
<b>Tableau 6.</b> Localisation géographique du site de Berouaga.....	30
<b>Tableau 7.</b> Localisation géographique du site de Bouzizi.....	30
<b>Tableau 8.</b> Principaux descripteurs des relevés sylvicoles.....	33
<b>Tableau 9.</b> Classes de décoloration des feuilles .....	34
<b>Tableau 10.</b> Différents descripteurs utilisés dans l'examen du tronc .....	36
<b>Tableau 11.</b> Localisation géographique du site d'El Fahama .....	37
<b>Tableau 12.</b> Situation géographique de la subéraie d'Ain Attaoua .....	37
<b>Tableau 13.</b> Principales caractéristiques sylvicoles de site Berouaga.....	45
<b>Tableau 14.</b> Principales caractéristiques sylvicoles de site Bouzizi .....	46
<b>Tableau 15.</b> Les relevés dendrométriques et d'exploitation au niveau des subéraies de Berouaga et Bouzizi .....	47
<b>Tableau 16.</b> Évolution de la décoloration des arbres échantillons du chêne-liège dans les sites étudiés.....	48
<b>Tableau 17.</b> Évolution de la défoliation des arbres échantillons du chêne-liège dans les sites d'étude.....	48
<b>Tableau 18.</b> Effets des sites de localisation dans les phénomènes de dépérissement .....	51
<b>Tableau 19.</b> Effets des sites de localisation dans les paramètres des phénomènes de déclin .	53
<b>Tableau 20.</b> Les taux de recouvrement des espèces et des strates en horizontal et vertical dans les placettes étudiées à Berouaga. ....	54
<b>Tableau 21.</b> Les taux de recouvrement des espèces et des strates en horizontal et vertical dans les placettes étudiées à Bouzizi .....	55
<b>Tableau 22.</b> Données statistiques des mesures de circonférence des arbres d'El Fahama ....	59
<b>Tableau 23.</b> Données statistiques des mesures de circonférence des arbres d'Ain Attaoua ...	59
<b>Tableau 24.</b> Données statistiques des mesures de la hauteur des arbres d'El Fahama .....	60
<b>Tableau 25.</b> Données statistiques des mesures de la hauteur des arbres d'Ain Attaoua.....	60
<b>Tableau 26.</b> Relevés d'exploitation des arbres échantillonnés du site Ain Attaoua.....	61

<b>Tableau 27.</b> Epaisseur du liège (mm) des arbres échantillonnés du site El Fahama .....	61
<b>Tableau 28.</b> La reprise végétative au niveau du site El Fahama après 06, 18 et 30 mois du passage du feu .....	65
<b>Tableau 29.</b> La reprise végétative au niveau du site Ain Attaoua après 06 et 18 mois du passage du feu .....	66
<b>Tableau 30.</b> Résultats de régression logistique binaire pour évaluer l'effet de chaque variable sur la bonne régénération de la cime après incendie.....	71

## Table de matière

Remerciement.....	
Dédicace .....	
Liste des Figures.....	
Liste des tableaux .....	
Table de matière .....	
1. Introduction générale.....	01

## Matériel et méthodes

2. Matériel et Méthodes.....	03
2.1. Présentation de la zone d'étude.....	03
2.1.1. Situation géographique.....	03
2.1.2. Le milieu physique.....	04
2.1.2.1. Orographie.....	04
2.1.2.2. Géologie.....	04
2.1.2.3. Pédologie .....	05
2.1.2.4. Hydrographie.....	07
2.1.2.5. Le climat.....	07
2.1.2.5.1. La Température .....	07
2.1.2.5.2. Les précipitations .....	08
Synthèse et classification du climat.....	08
Le Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen .....	08
Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger .....	09
Calcul du quotient pluvio thermique d'Emberger.....	09
La position de la région étudiée sur le climagramme d'Emberger .....	10
2.1.2.5.3. Humidité .....	10
2.1.2.5.4. Les vents .....	11
2.1.2.5.5. Evaporation.....	12
2.1.2.5.6. Les éléments complémentaires du climat .....	12
2.1.2.5.6.1. Les orages.....	12
2.1.2.5.6.2. La neige.....	13
2.1.2.5.6.3. Le sirocco.....	13
2.1.2.6. La végétation.....	14

En exposition Nord .....	14
En exposition Sud .....	14
En exposition Est .....	14
2.1.2.7. La richesse faunistique.....	14
2.2. Présentation du matériel biologique : Chêne-liège.....	15
2.2.1. Biogéographie du chêne-liège.....	15
2.2.2. Exigences écologiques .....	17
2.2.3. Sylviculture et aménagement.....	18
2.2.4. L'industrie nationale .....	19
2.2.5. Commerce du liège en Algérie.....	19
2.2.6. Utilisation du liège .....	21
2.2.7. Contraintes et menaces .....	23
Facteurs prédisposants .....	23
Facteurs déclenchants .....	23
Facteurs aggravants .....	23
2.2.8. Ravageurs et maladies.....	23
2.2.9. La subéraie face aux incendies .....	25
2.2.10. Aperçu historique sur les incendies des forêts de chêne liège en Algérie.....	26
2.2.11. Gestion des subéraies post incendiées.....	28
2.2.11.1. Conséquences du feu pour le chêne-liège.....	28
2.2.11.2. Stratégie à adopter après un incendie.....	29
2.3. Méthodes.....	30
2.3.1. Subéraies non-incendiées.....	30
2.3.1.1. Présentation des sites d'étude .....	30
2.3.1.2. Echantillonnage.....	31
2.3.1.3. Relevés caractéristiques des arbres.....	33
2.3.1.3.1. Relevés sylvicoles .....	33
2.3.1.3.2. Relevés dendrométriques .....	33
2.3.1.3.3. Relevés d'exploitation .....	33
2.3.1.2.4. Relevés sanitaires .....	33
L'examen de la cime.....	34
La défoliation.....	34
La décoloration .....	34

L'indice de dépérissement (ID).....	36
L'examen du tronc .....	36
2.3.1.3.5. Relevés floristiques .....	37
2.3.2. Subéraies incendiées .....	37
2.3.2.1. Présentation des sites d'étude .....	37
2.3.2.2. Echantillonnage.....	38
Installation des parcelles d'observation, de suivi et choix des arbres .....	38
2.3.2.3. Modalités de reprise végétative post-incendie des arbres .....	40
2.3.2.4. Taux d'attaque des arbres .....	42
2.3.2.5. Analyses statistiques et logiciels utilisés .....	42

## Résultats et discussion

3. Résultats .....	44
3.1. Les subéraies non incendiées .....	44
3.1.1. Relevés sylvicoles .....	44
Site Berouaga .....	44
Site Bouzizi .....	45
3.1.2. Relevés dendrométriques et d'exploitation des arbres échantillons .....	46
3.1.2.1. Les relevés dendrométriques .....	46
3.1.2.2. Les relevés d'exploitation .....	46
3.1.3. Relevés sanitaires .....	47
3.1.3.1. État de la cime .....	47
Évaluation de la décoloration .....	47
Évaluation de la défoliation .....	48
Indice de dépérissement.....	49
3.1.3.2. État du tronc et de l'écorce .....	49
3.1.4. Inventaire floristique .....	53
Site Berouaga.....	53
Site Bouzizi.....	54
3.2. Les subéraies incendiées .....	57
3.2.1. Etude d'impact du feu de l'été 2012 sur les subéraies de la région d'Annaba.....	57
Collecte des données .....	57
Répartition mensuelle des superficies incendiées de chêne liège .....	57
La surface brûlée selon l'âge du liège.....	57

3.2.1. Relevés dendrométriques et d'exploitations des arbres brûlés .....	59
3.2.1.1 Relevés dendrométriques .....	59
3.2.1.1.1. La circonférence .....	59
Site El Fahama .....	59
Site Ain Attaoua .....	59
3.2.1.1.2. Hauteurs des arbres .....	60
Site El Fahama .....	60
Site Ain Attaoua .....	60
3.2.1.2. Relevés d'exploitation.....	60
3.2.2 Etat du tronc .....	61
Présence de crevasses .....	61
3.2.3. La sévérité du feu .....	62
3.2.4. Modalités et importance de reprise végétative des arbres après feu .....	65
3.2.5. Caractéristiques du taux d'attaque des arbres .....	72
3.2.6. Inventaire floristique .....	74
Site El Fahama après 18 mois du passage de feu.....	74
Site Ain Attaoua après 18 mois après passage de feu .....	74
4. Discussions.....	76
4.1. Les subéraies non incendiées.....	76
4.2. Les subéraies incendiées.....	80
La sévérité du feu .....	80
Épaisseur du liège .....	80
Influence de la taille des arbres .....	81
Reprise végétative des arbres brûlés .....	81
Mortalité des arbres après le feu.....	82
Les insectes xylophages .....	82
Impact de l'exploitation de l'écorce .....	83
Taux d'attaque des arbres .....	83
<i>Platypus cylindrus</i> .....	83
<i>Cérambyx cerdo</i> .....	83
Influence de la hauteur et de la circonférence .....	83
<i>Platypus cylindrus</i> .....	83
<i>Cérambyx cerdo</i> .....	84

Impact de la présence de crevasses.....	84
<i>Platypus cylindrus</i> .....	84
<i>Cerambyx cerdo</i> .....	84

## **Conclusion et perspectives**

5. Conclusion et perspectives .....	85
Références bibliographiques .....	87
Annexes.....	98

## 1. Introduction

Les forêts méditerranéennes couvrent environ 81 millions d'hectares, soit 9,4 % de la superficie forestière mondiale, et sont composées d'une variété d'essences forestières, principalement des feuillus (environ 60 %) (Mugnossa *et al.*, 2000). Certains sont cruciaux pour l'environnement. Les subéraies couvrent 2,2 millions d'hectares, avec une part de 33 % au Portugal, 23 % en Espagne, 1 % en France, 10 % en Italie, 15 % au Maroc, 21 % en Algérie et 3 % en Tunisie. Les forêts produisent une quantité importante de liège (environ 300 millions de kg par an), dont 87 % proviennent d'Europe (55 % du Portugal, 28 % d'Espagne, 1 % de France et 3 % d'Italie) et le reste d'Afrique du Nord (4% du Maroc, 6 % d'Algérie et 3 % de Tunisie) (Lopes, 1996). La diversité floristique que renferme l'écosystème forestier méditerranéen ainsi que les fonctions écologiques qu'il remplit, revêt un caractère particulièrement important, de par ses rôles tant environnementaux que socio-économiques (Quézel et Médail, 2003).

Les symptômes du dépérissement sont principalement liés à la perte de l'apparence extérieure des arbres, tels que la mort d'organes pérennes, la diminution de la qualité et de la quantité de feuillage, ainsi qu'une diminution de leur croissance. Même si la situation est préoccupante, la mort d'un certain nombre de sujets est observée, mais l'issue n'est pas obligatoirement fatale. (Delatour, 1990).

Les incendies en forêt méditerranéenne représentent une des plus importantes perturbations subies par ces écosystèmes typiques, Chaque année, 600 000 ha de forêts sont brûlés dans tout le bassin méditerranéen (Amandier, 2006).

L'Algérie est l'un des rares pays à avoir des données sur les incendies forestiers sur plus d'un siècle (1876-2012). A titre d'indication, la forêt Algérienne a perdu 1 162 484 ha entre 1979 et 2009, avec un nombre total d'incendies déclaré de 41 644, et une moyenne annuelle de l'ordre de 35 000 ha (Bekdouche, 2010). Les incendies qui ont secoué la subéraie durant ces dernières années (1993-2012) ont eu des conséquences fâcheuses sur la superficie où 17512ha ont été perdus seulement durant l'année 2012 (Abbas, 2013).

Les subéraies sont de plus en plus menacés par un certain nombre de facteurs biotiques et abiotiques (la plupart directement ou indirectement liés à l'activité humaine), qui ont entraîné le dépérissement (Silva et Catry, 2006, Schaffhauser *et al.*, 2012, Tiberi *et al.*, 2016). Deux de ces facteurs sont les incendies de forêt et les insectes ravageurs, et bien qu'ils soient probablement interdépendants, lorsque les forêts sont touchées par des incendies de forêt, les arbres brûlés deviennent souvent un matériel de reproduction attrayant pour les

espèces d'insectes xylophages. Une préoccupation particulière est due aux coléoptères de l'ambrosie qui sont connus pour attaquer et tuer les arbres affaiblis, et en particulier *Platypus cylindrus* Fab., qui est un ravageur clé des subéraies étudiées (Branco *et al.*, 2014). De plus, dans des circonstances favorables, les scolytes de l'ambrosie peuvent modifier leur comportement et commencer à attaquer des arbres sains (Ploetz *et al.*, 2013 cité in Catry *et al.*, 2017), ce qui représente une préoccupation supplémentaire pour les aménagistes forestiers.

La restauration des subéraies qui ont été traversées par des incendies implique une analyse à la fois du point de vue du milieu et économique. Il est évident que les dommages causés aux plantes varient en fonction de l'intensité du feu et des conditions dans lesquelles se trouvent les subéraies au moment de l'incendie. Pour organiser les choix d'une intervention sylvicole appropriée, qui, dans le cas des subéraies, doivent être soutenus par des évaluations économiques par rapport à leur future utilisation productive, il est crucial de se mettre dans les meilleures conditions pour l'évaluation du dommage (Bouregbi, 2014).

La présente étude est devisée en deux axes de travail, le premier s'inscrit dans l'évaluation de la situation sanitaire des subéraies de l'Edough à Annaba. Pour cette raison, nous avons mis en place un réseau de surveillance continu (2016 –2018) où nous avons effectué des relevés sanitaires, sylvicoles, dendrométriques, floristiques et d'exploitation afin de caractériser le peuplement de chêne-liège. Le second vise à élucider les conséquences des incendies et les modalités de reprise végétative des peuplements de chêne liège localisés dans la forêt domaniale de Seraïdi, afin de déterminer quelles variables avaient une influence significative sur la bonne ou la mauvaise régénération de chêne liège après l'incendie. En utilisant des variables simples qui peuvent être facilement évaluées par les gestionnaires forestiers pour avoir une gestion durable de ses écosystèmes. Le travail est complété par un inventaire aussi complet de la végétation qui accompagne le chêne-liège dans les placettes d'études.

## 2. Matériel et Méthodes

### 2.1. Présentation de la zone d'étude

#### 2.1.1. Situation géographique

L'Edough est une forêt domaniale s'étend sur environ 48500 hectares, elle se trouve dans l'Est algérien, plus précisément dans de la wilaya d'Annaba (BNEF, 1990). Ce massif dont l'altitude atteints 1008 m au Kef Sbaa est bordé par la méditerranée au Nord et au Nord-Est, ainsi que par le lac Fetzara et les vastes plaines agricoles d'Annaba au Sud et au Sud-Est. Au nord-ouest, la plaine de Senhadja et les massifs de Chétaibi (Boutabia. L et Messerer. Y 1994).

La végétation forestière est principalement composée de peuplements de chêne liège auxquels se joignent le chêne zeen et le pin maritime (BNEF, 1990).

Notre travail est effectué dans la commune de Seraïdi. Il s'agit d'un village forestier très ancien situé dans le massif forestier d'Edough. Localisé au Nord-Est du pays, à une distance de 13 kilomètres à l'ouest d'Annaba et à une altitude de 850 mètres, où on trouve l'un des plus importants subéraies de l'Est Algérien.

La zone est classée dans l'étage bioclimatique humide. La pluviométrie annuelle dépasse les 970 mm et la température moyenne est de 15,49°C (Saadi, 2013).



**Figure 01** : Localisation géographique des sites d'étude

## **2.1.2. Le milieu physique**

### **2.1.2.1. Orographie**

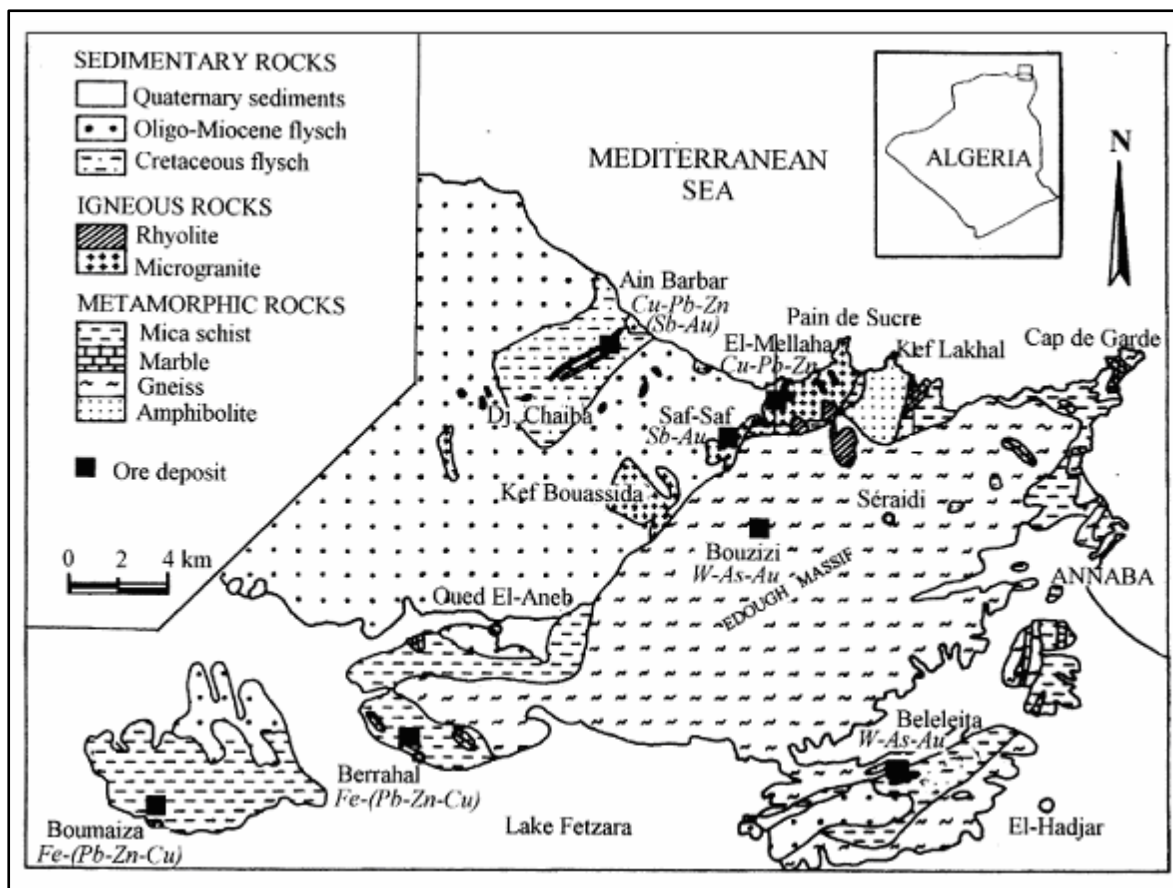
Le forêt de l'Edough occupe le massif montagneux qui porte le même nom, qui culmine à 1008 m ; coordonnées Lambert (940-941) (410-411). Tandis que le point le plus bas est le contact avec la mer (c'est donc non pas un point mais un ensemble de points). Ce massif montagneux est constitué de plusieurs Djebels (Edoudg, El Medin, Chaiba, Souah Aïn Ed Eddiab, Djebibig, Bou Ghareb, Si Mlieni, Massiba etc ....).

Les principales lignes de crêtes ont une orientation Sud-Ouest, Nord-Est dans la partie Sud et Est de la forêt. Dans la partie Nord et la partie Nord-Ouest, les crêtes s'orientent généralement vers l'Est-Ouest. Cependant on a une multitude de lignes de crêtes secondaires, dues à un réseau hydrographique très dense qui lacéré cette surface est a donné naissance à un terrain très accidenté. Les Djebels se trouvent dans les régions Est et Sud-Est ont des altitudes plus importantes que ceux trouvant dans la partie Nord et Ouest (BNEF, 1990).

### **2.1.2.2. Géologie**

Le massif montagneux sur lequel repose la forêt domaniale de l'Edough est constitué des roches sédimentaires et quelques roches éruptives. Les terrains sédimentaires sont composés des grès de Numidie, des argiles et grés numidiens inférieurs, quelques affleurements de calcaires cristallins, des schistes micacés et des micaschistes et enfin des gneiss, les roches éruptives ne sont représentées que par les micro-granulites.

Du point de vue dureté on remarque que les roches dures (grés et gneiss) constituent une grande partie du substrat de la zone d'étude. Les argiles et grés numidiens inférieurs sont des roches de dureté moyenne de même pour les schistes micacés et micaschiste (BNEF, 1990).



**Figure 02 :** Carte géologique du massif de l'Edough (Laouar *et al.*, 2002 cité in Zahi, 2014)

### 2.1.2.3. Pédologie

L'étude pédologique de la forêt de l'Edough a révélé cinq (05) types de sols qui étaient répartis dans les classes suivantes :

Classe des sols peu évolués.

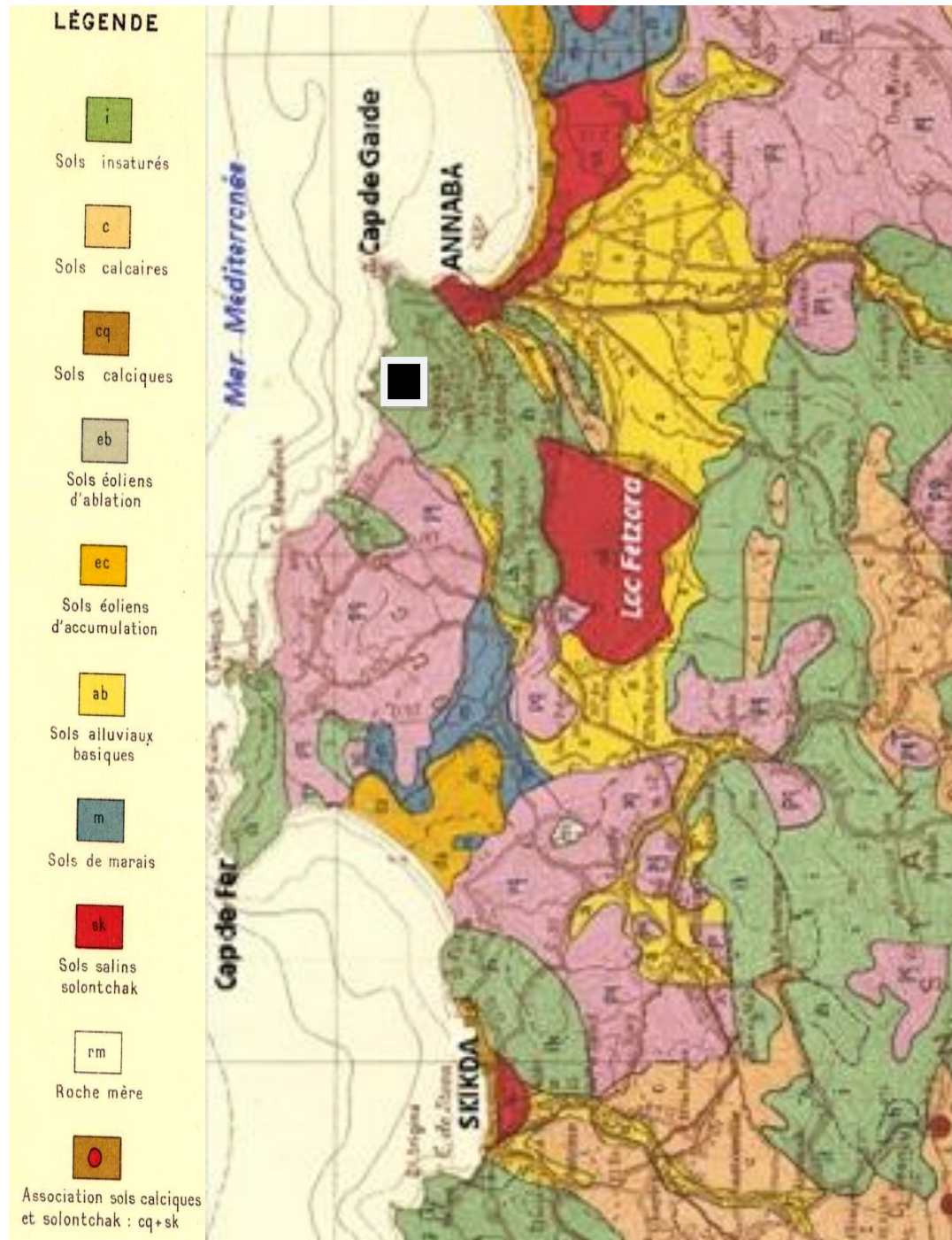
Classe des sols à sesquioxyde de fer.

Classe des sols brunifiés.

La première classe regroupe les sols caractérisés soit par un profil AR, soit par un profil AC, contenant plus que de traces de matière organique dans l' horizon de surface, ils sont constitués soit d'un apport de matériaux récents, soit qu'ils sont sur pente à faible couverture végétale ou l'érosion décape sans cesse les horizons du surface.

La seconde classe renferme les sols présentant un profil de l'A (B) C caractérisé par l'individualisation des sesquioxydes de Fer; leur confère une couleur très accusée rouge ou rouille, un taux de saturation supérieur à 50% et un taux de matière organique subissant le plus souvent une décomposition rapide.

La troisième classe, celle des sols brunifiés; ces sols développés sur Grés, Argile et Schistes appartiennent au sous-groupe des sols modaux et sont caractérisée par un profil Brunifié de Type A (B) C (BNEF, 1990).



**Figure 03 :** Carte pédologique de la zone étudiée

Source : Extrait de la carte des sols d'Algérie, feuille à 1/900 000 (feuille n°NJ-92-90)

#### 2.1.2.4. Hydrographie

Le massif de l'Edough est drainé par un réseau hydrographique très dense, bien hiérarchisé et encaissé. Il est de dendritique. Il est composé de quelques oueds importants (El-Aneb, Bou Djenane, Maiser, Enkouche, El Ourida, Erbibba) possédants une multitude d'affluents et d'une infinité d'autres oueds de moindre importance que les premiers qui sont eux aussi très ramifiés. Vu l'importance de la pluviométrie dans la zone, la totalité du réseau hydrographique est à écoulement pérenne. Le sens de l'écoulement est conditionné par la topographie, ainsi les principaux oueds sont parallèles aux principales lignes de crêtes différents djebels qui constituent le massif montagneux. Les oueds secondaires ainsi que leurs affluents et certains affluents des oueds principaux ont des vallées étroites en forme de V. les plus importants oueds telque Oued El Aneb, Oued Bou Djenane, Oued Enkouche etc... présentent des vallées très larges à fond plat dans leur partie aval, dans la partie médiane, des vallées en forme du U alors qu'en amont les vallées se rétrécissent de plus en plus et sont en forme de V (BNEF, 1990).

#### 2.1.2.5. Le climat

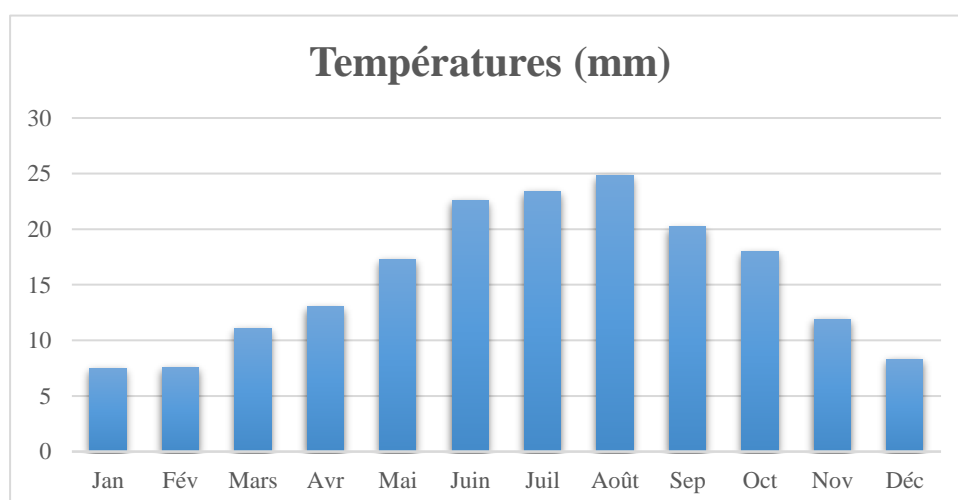
La présente étude a été menée en utilisant les informations recueillies de la station météorologique de Seraïdi pour la période de 2001 à 2011.

Notre étude s'est basée sur des facteurs très importants pour l'étude du climat, tels que :

##### 2.1.2.5.1. La Température

La température est un facteur clé qui conditionne le climat d'une région.

La figure 04 résume les valeurs moyennes mensuelles de la période (2001-2011) selon la station météorologique de Seraïdi.

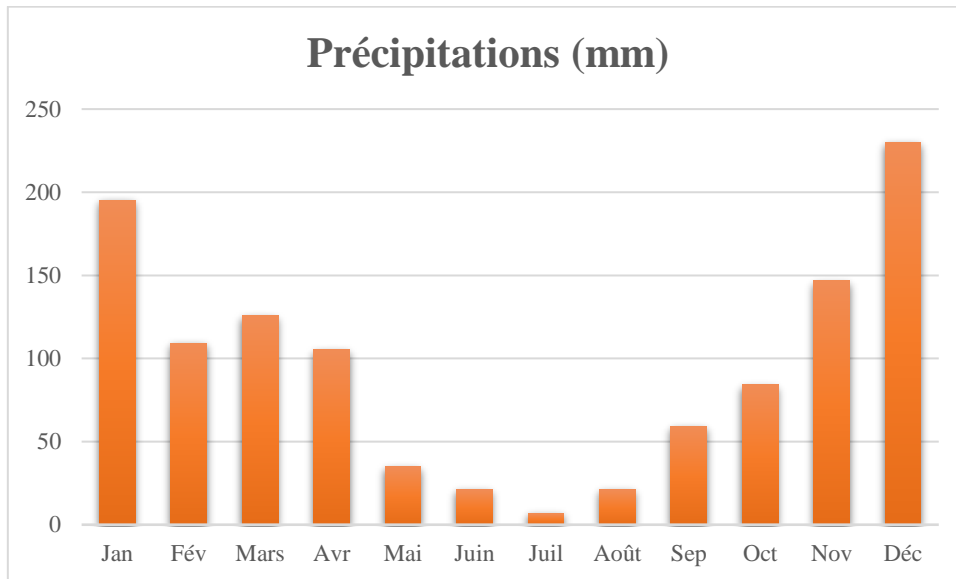


**Figure 04 :** Températures moyennes mensuelles en (°C) de la région de Seraïdi (2001-2011)

La figure précédente indique que la température moyenne mensuelle est de 15,49°C avec un minimum de 7,51°C enregistré au mois de janvier et un maximum de 24,8°C au mois de juin.

### 2.1.2.5.2. Les précipitations

La pluie affecte l'écoulement saisonnier et, par conséquent, le régime des cours d'eau et des sources. La figure suivante présente les données recueillies à la station de Seraïdi sur une période de 10 ans (2001-2011).



**Figure 05 :** Précipitations mensuelles (mm) de la région de Seraïdi (2001-2011)

Les précipitations varient considérablement d'un mois à l'autre. Les maximales se produisent en décembre et janvier (jusqu'à 229,9 mm), tandis que le minimum se produit en juillet (6,90 mm).

#### - Synthèse et classification du climat

Le calcul de l'indice climatique est crucial dans le but de visualiser d'avantage les caractéristiques bioclimatiques et de classer notre zone d'étude dans le contexte climatique global.

#### - Le Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

Le diagramme, qui est présenté sous forme de courbes juxtaposées, établit la relation  $P = 2T$ .

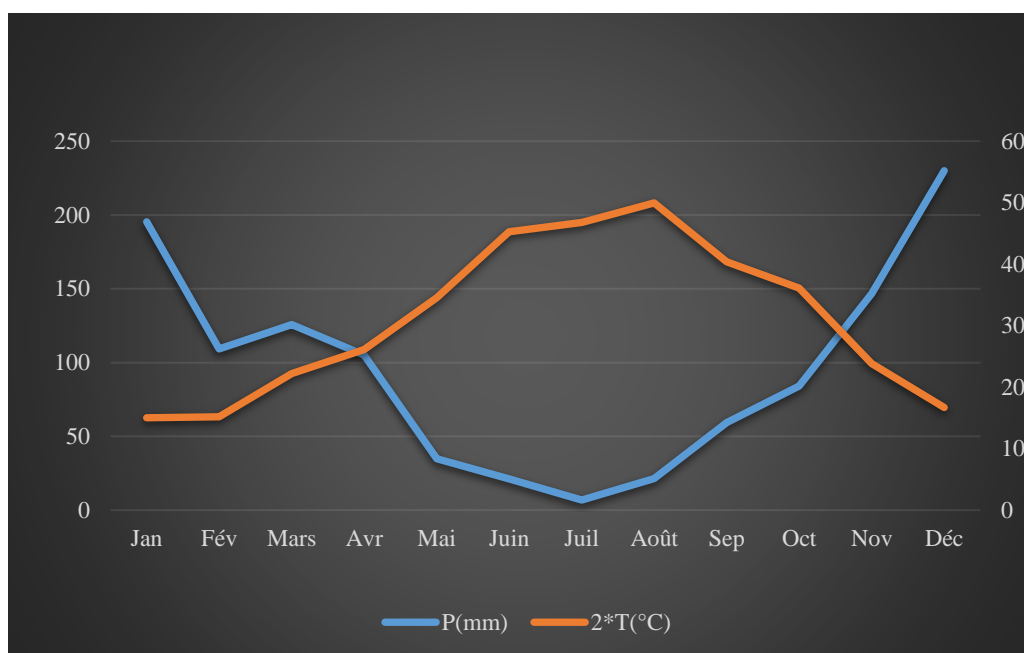
Nous avons réalisé le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen à partir des informations sur les précipitations mensuelles moyennes (P) et la température (T) pour une décennie (2001-2011), qui nous a permis de distinguer :

Il y a deux saisons humides et une saison sèche.

La première période humide dure de janvier à début mai, tandis que la seconde période humide dure de fin septembre à décembre. La période de sèche dure cinq mois, de la fin du mois de mai au début du mois de septembre.

**Tableau 01** : Températures moyennes mensuelles (°C) ; Précipitations mensuelles (mm) de la région de Seraïdi (2001/2011)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
2*T(°C)	15,02	15,16	22,2	26,1	34,56	45,28	46,8	49,96	40,36	36,1	23,82	16,68
P(mm)	195,3	109,2	125,8	105,1	34,94	21,28	6,84	21,31	59,28	84,09	146,7	230



**Figure 06** : Diagramme Ombrothermique de la région de Seraïdi (2001/2011)

- **Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger**
- **Calcul du quotient pluvio thermique d'Emberger :**

Le quotient pluviothermique "Q2" d'Emberger est utilisé pour déterminer l'étage bioclimatique de la région. Ce quotient pluviothermique est calculé en combinant les trois principaux facteurs climatiques :

P : Précipitation annuelles en mm.

M : Moyenne des maxima du mois le plus chaud en degré de Kelvin (°K) ;

m : moyenne des minima du mois le plus froid en degré de Kelvin (°K) (Khanfouci, 2005).

La formule qui a été utilisée pour effectuer le calcul est la suivante :

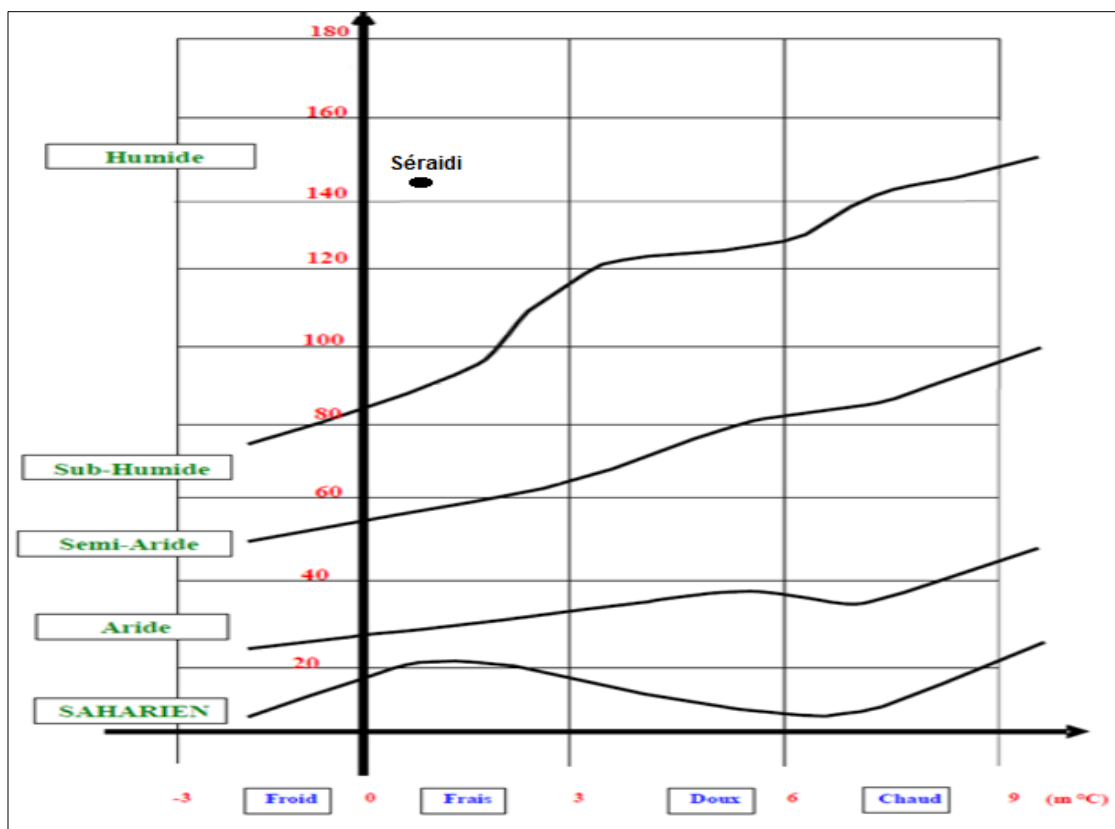
$$Q_2 = \frac{2000 \times P}{(M^2 - m^2)}$$

Le tableau suivant montre les résultats.

**Tableau 02 : Données sur le calcul de  $Q_2$**

La région	M (°K)	m (°K)	P (mm)	$Q_2$	Période
Séraïdi	301,61	278,02	978,93	143,20	2001-2011

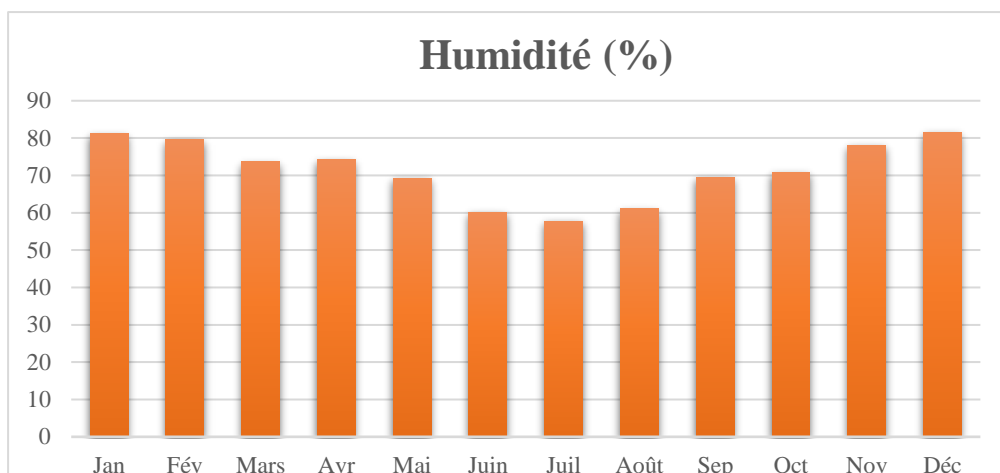
- La position de la région étudiée sur le climagramme d'Emberger :



**Figure 07 : Position de la zone étudiée sur le Climagramme d'Emberger (1955)**

### 2.1.2.5.3. Humidité

Les données concernant l'humidité de l'air mensuelle et annuelle sont basées sur les données recueillies à la station météorologique de Séraïdi pendant la période de 2001 à 2011.

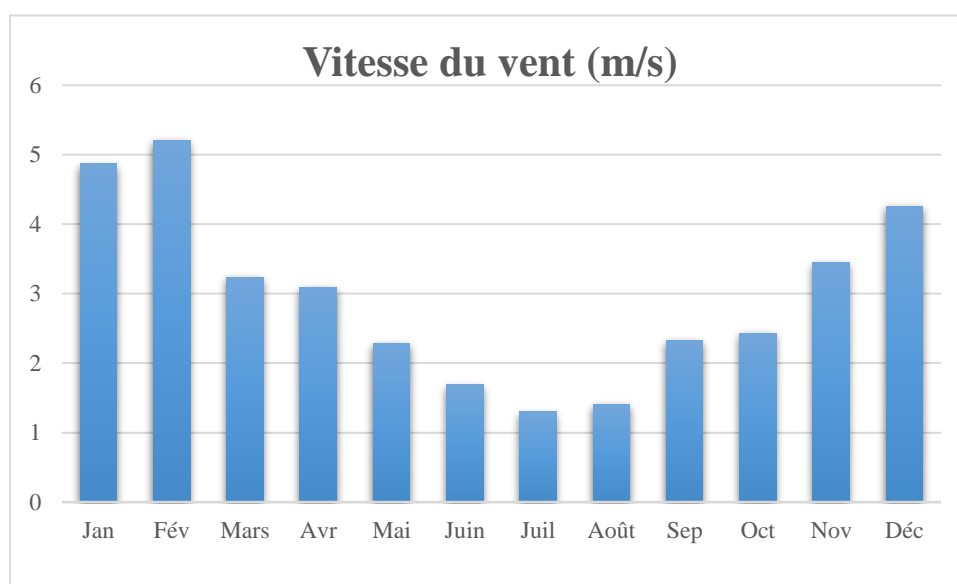


**Figure 08 :** Humidité de l'air moyenne mensuelle (%) de la région de Seraïdi (2001-2011)

Juillet est le mois le plus sec de l'année avec une humidité moyenne de 57,8 %, tandis que décembre et janvier sont les mois les plus humides avec une humidité de 81,10 à 81,50 %.

#### 2.1.2.5.4. Les vents

L'un des facteurs les plus influents dans les régimes pluvieux, l'évaporation et, par conséquent, le climat est le vent. Selon les informations de la station météorologique de Seraïdi, les vents les plus puissants sont ceux provenant du Nord au Sud. Nous avons utilisé les informations de la station météorologique de Seraïdi pour identifier le régime des vents.

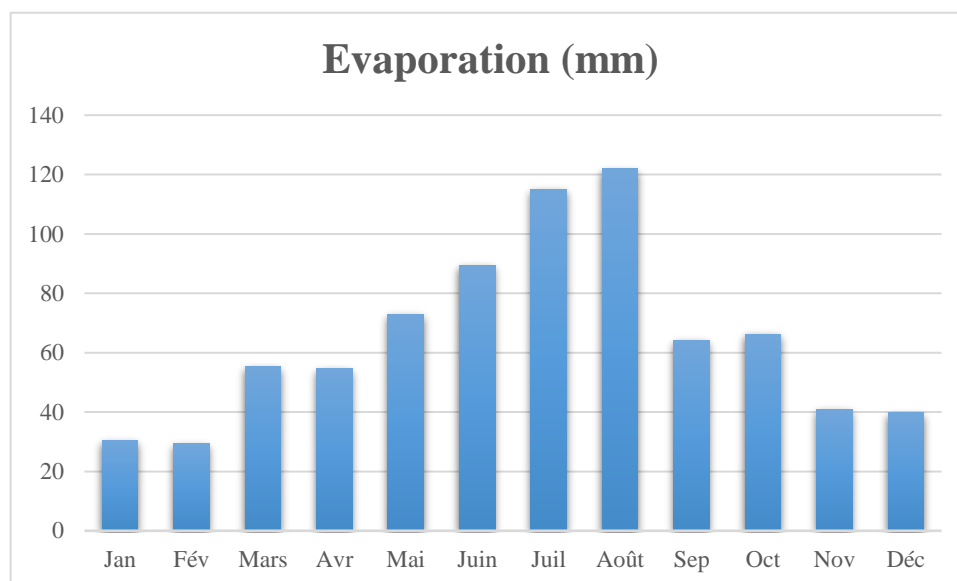


**Figure 09 :** Vitesse moyenne mensuelle du vent en (m/s) de la région de Seraïdi (2001-2011)

La vitesse moyenne annuelle du vent est 2,96 m/s. Le vent a une vitesse moyenne mensuelle minimale de 1,30 m/s en juillet et une vitesse moyenne mensuelle maximale de 5,21 m/s en février.

### 2.1.2.5.5. Evaporation

C'est la quantité d'eau du sol et des végétaux évaporée ou transpirée. Selon la station météorologique de Seraïdi, voici les mesures de l'évaporation d'eau en mm.



**Figure 10 :** Evaporation moyenne mensuelle en (mm) de la région de Seraïdi (2001-2011)

La moyenne mensuelle annuelle de la quantité d'eau évaporée dans la région de Seraïdi est 64,94 mm/an. Le mois d'août est le mois le plus chaud, avec une grande quantité d'eau évaporée (122 mm/an), cette dernière diminue (29,3 mm/an) au mois de février qui est le mois le plus froid.

### 2.1.2.5.6. Les éléments complémentaires du climat

#### 2.1.2.5.6.1. Les orages

Les orages se caractérisent par de grosses averses, durant lesquelles une quantité importante d'eau tombée en laps de temps court.

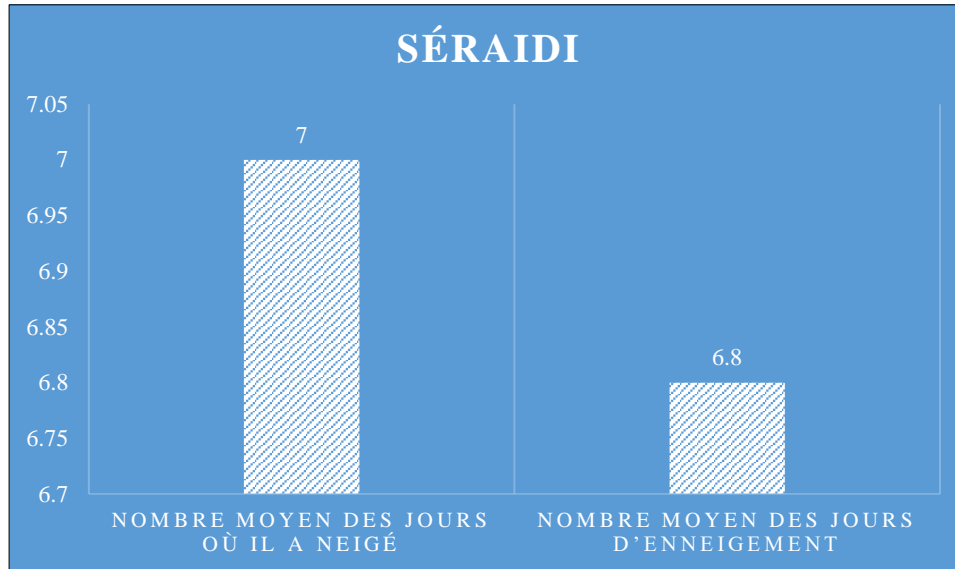
**Tableau 03 :** Nombre moyen de jours d'orage à Seraïdi (Seltzer.P, 1946 in BNEF, 1990)

Mois Station	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Moyenne Annuelle
Seraïdi	1,3	1,2	1,7	1,6	2,3	2,0	1,1	1,6	2,7	2,3	1,6	1,2	20,6

Le nombre moyen de jours d'orage par an à Seraïdi est de 20,6 et on remarque que les orages sont présents durant toute l'année. Le mois de Septembre est le plus orageux et le mois de Juillet reste le moins orageux (BNEF, 1990).

### 2.1.2.5.6.2. La neige

L'utilité de la neige réside dans le fait qu'elle constitue une réserve d'eau. En effet une grande partie de l'eau issue de la fonte des neiges, s'infiltre et va donc alimenter les nappes phréatiques.



**Figure 11 :** Le nombre moyen des jours où il a neigé et d'enneigement (Seltzer.P, 1946 in BNEF, 1990)

La figure 11 montre qu'il ne neige pas beaucoup dans la zone d'étude et on a en moyenne seulement 7 jours par an où l'on a vu tombé de la neige. Les jours d'enneigement ne dépassent pas en nombre les jours où il a neigé. C'est-à-dire que la neige ne persiste pas, elle fond le jour même où il a neigé. Peut s'expliquer par la position géographique de la forêt donc des stations (proximité de la mer) et l'altitude.

### 2.1.2.5.6.3. Le sirocco

Le sirocco est un vent chaud et sec, qui souffle du Sud et qui peut causer des dégâts importants à la végétation du fait de qu'il augmente l'évapotranspiration.

**Tableau 04 :** Nombre moyen de jours de sirocco à Seraïdi (BNEF, 1990)

Mois Station	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy Annuelle
Seraïdi	0,2	0,7	1,6	2,1	2,2	2,1	3,5	3,7	2,7	0,7	0,8	0,2	20,5

Le nombre de jours où souffle le sirocco Seraïdi est important, il est de 20,5 jours en moyenne et on remarque que ce vent chaud et sec est surtout fréquent l'été c'est-à-dire durant la période où il fait déjà chaud et où l'on observe un déficit en eau. Ainsi, le sirocco aggrave la situation du fait qu'il augmente l'évapotranspiration (BNEF, 1990).

### 2.1.2.6. La végétation

Les nombreuses essences forestières qui apparaissent dans la forêt de l'Edough constituent d'appréciables peuplements dont les caractères floristiques, écologiques et de sauvegarde pose à l'heure actuelle de nombreux problèmes. La végétation forestière est constituée essentiellement de peuplement de chêne liège auxquels se rejoignent le chêne zeen et le pin maritime. La subéraies présente très souvent un aspect de matorral clair présentant un sous-bois moyennement dense à dense formé d'un mélange d'espèces. Le sous-bois est constitué essentiellement de : Lentisque, Arbousier, Ciste, Myrte, Bruyère, Calicotome, Olivier Sauvage, Doum, Diss, Filaire, Lavande etc...

L'étude de la végétation nous a permis de dégager en fonction de l'exposition les groupements suivants :

#### En exposition Nord :

Groupement de *Quercus suber* à *Erica Arborea* – *Cytisus Triflorus*.

Groupement de *Quercus suber* à *Olea Europea*.

Groupement de *Quercus suber* - *Quercus faginea* à *Arbutus unido*.

Groupement de *Quercus suber* - *Pinus pinaster* à *Erica arborea* - *Phillyrea angustifolia*.

Groupement de *Quercus suber* à *Arbutus unido*.

Groupement de *Quercus suber* à *Pistacia Lentiscus*.

#### En exposition Sud :

Groupement de *Quercus suber* à *Erica arborea* – *Ampelodesma mauritanicus*.

Groupement de *Quercus suber* à *Cytisus triflorus*.

#### En exposition Est :

Groupement de *Quercus suber* à *Erica arborea* – *Arbutus unido* (BNEF, 1990).

### 2.1.2.7. La richesse faunistique

La faune dans le massif de l'Edough a changé. Le Lion et l'Ours ont complètement disparu, et le dernier Lion tué en Algérie a été trouvé dans Edough vers 1890. Bien qu'une Panthère soit occasionnellement signalée, il y a encore des Sangliers, des Chacals, des Renards, des Chats sauvages, des Porcs-qui-piques et quelques Lièvres. Il y a plusieurs types d'oiseaux tels que la Bus, l'Epervier, le Pigeon ramier, le Merle, la Grive et le Geai. La Bécasse s'arrête souvent dans les ravins. Actuellement, il y a des animaux tels que le sanglier, le porc épique, le hérisson, le lapin, le lièvre, le chacal, le renard, la belette, la loutre et plusieurs espèces d'oiseaux forestiers (Adjami, 2016).

## **2.2. Présentation du matériel biologique : Chêne-liège**

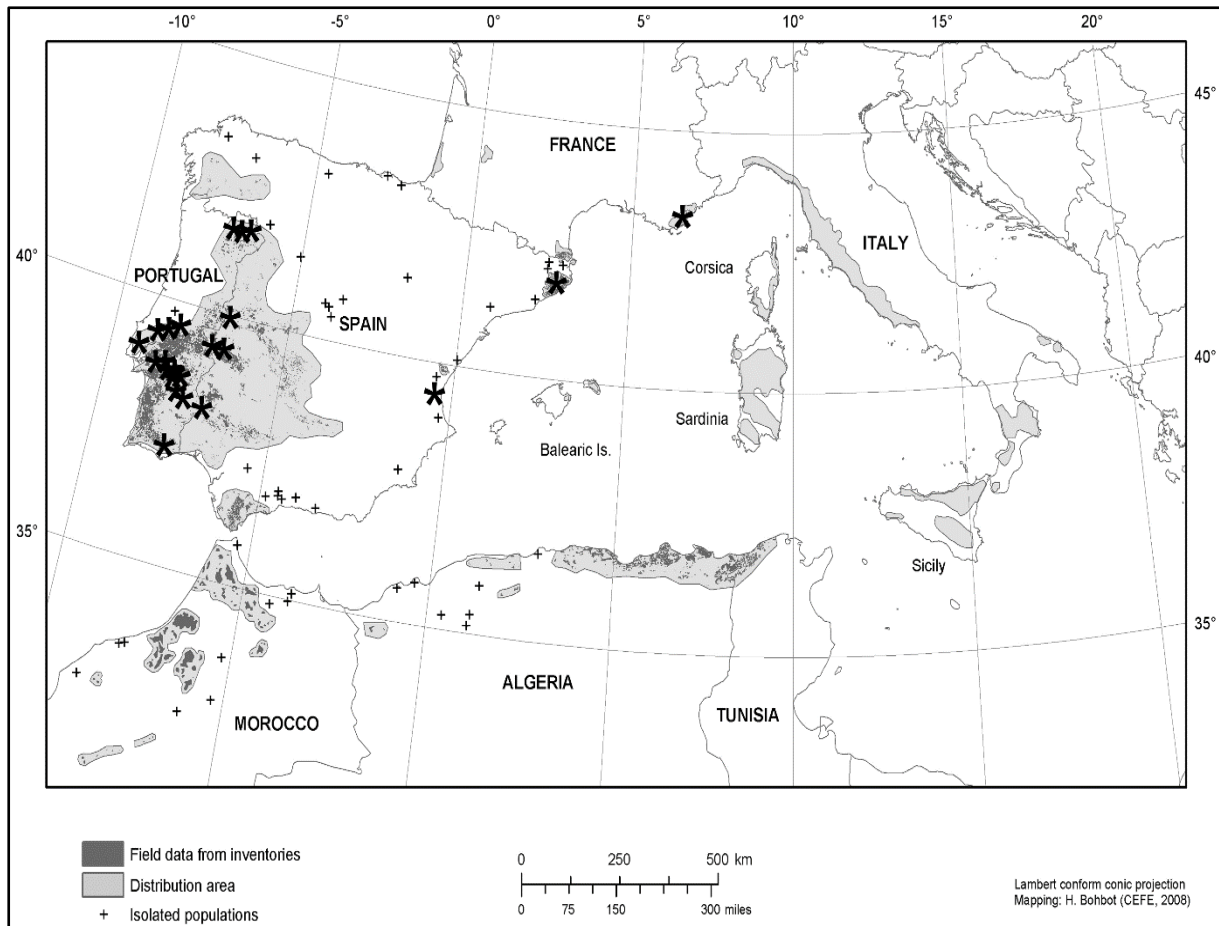
Le chêne-liège (*Quercus suber* L.) est un chêne à feuilles persistantes présent d'environ 2 millions d'hectares dans une zone autour du bassin méditerranéen occidental, principalement la péninsule ibérique (Portugal et Espagne), détenant plus de 50 % de l'aire de répartition mondiale, mais aussi l'Algérie, le Maroc, la France, la Tunisie et l'Italie (Silva et Catry, 2006).

Le liège est une matière première précieuse pour l'industrie et pendant l'exploitation du chêne-liège, il est périodiquement enlevé, en coupant manuellement avec une hache le long de lignes verticales et horizontales sur la tige et les branches plus épaisses, puis en enlevant de grandes planches de liège. Après chaque décapage, l'arbre a la capacité de produire une nouvelle écorce de liège en ajoutant chaque année de nouvelles couches de liège. Après le premier écorçage du liège (le premier liège prélevé est appelé liège vierge), la période minimale entre les extractions successives est de 9 ans. Habituellement, il existe une restriction de taille légale pour la première extraction d'écorce (seuls les arbres au-dessus d'un diamètre donné à hauteur de poitrine peuvent être écorcés). Ainsi, en raison de l'extraction du liège, l'épaisseur de l'écorce observée n'est pas seulement fonction de la taille (ou de l'âge) de l'arbre chez les chênes-lièges, contrairement à d'autres espèces où l'épaisseur de l'écorce augmente généralement avec l'âge et le diamètre de l'arbre (Moreira *et al.*, 2007).

### **2.2.1. Biogéographie du chêne-liège**

Les forêts de chêne-liège sont un élément distinctif de l'écosystème méditerranéen. Elles se situent dans les régions les plus chaudes des aires biogéographiques humides et subhumides et s'étendent sur la partie occidentale de la Méditerranée, y comprenant au Portugal et en Espagne, ainsi qu'au Maroc, au nord de l'Algérie et de la Tunisie. De plus, elles couvrent des zones plus restreintes sur la côte ouest de l'Italie, y compris la Sicile et la Sardaigne, ainsi que dans le sud de la France (Pereira *et al.*, 2008)

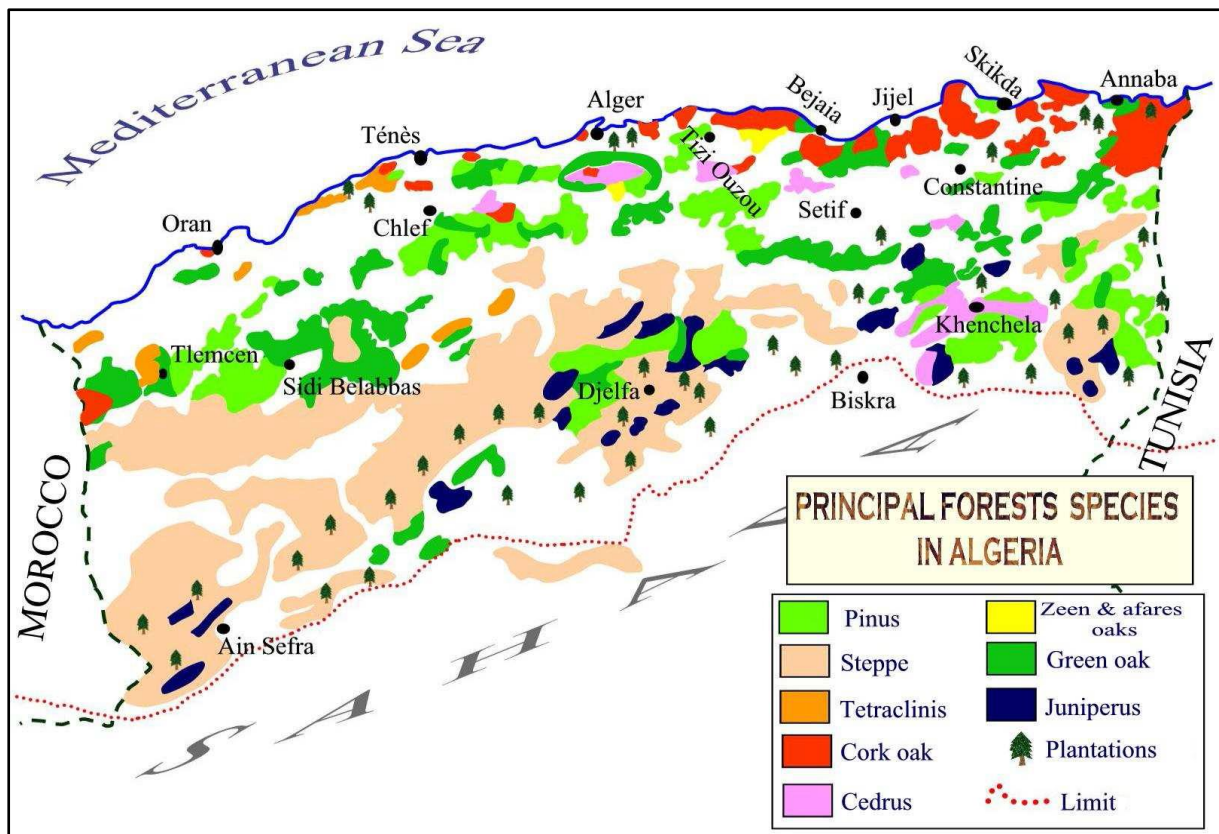
Plus d'un million et demi d'hectares sont occupés par le chêne-liège en Europe et près d'un million d'hectares en Afrique du Nord (Bekdouche, 2010).



**Figure 12** : Répartition des forêts de chêne liège dans le bassin méditerranéen (Pausas *et al.*, 2009)

En raison de sa superficie, de son importance historique et économique, le chêne-liège est une espèce forestière importante en Algérie. À l'origine, il était réparti sur 470 000 hectares (Charlemagne, 1894).

Le chêne liège avec 349 218 ha se localise principalement dans le nord-est du pays (BNEDER, 2009). Les wilayas de Bou Merdes, Tizi Ouzou, Bejaia, Jijel, Skikda, Annaba, Tarf, Guelma et Souk Ahras abritent principalement des forêts de chêne liège. Il se rencontre dans l'étage sub-humide et apparaît sur le littoral à une altitude de 1300 m (FAO, 2012). En ce moment, seulement la moitié de cette superficie, soit environ 229 000 hectares, constituent de véritables subéraies productives (FOSA, 2007 cité in Dehane, 2012).



**Figure 13.** La répartition du chêne liège sur la carte des groupes de végétation en Algérie (FAO, 2012)

### 2.2.2. Exigences écologiques

Le chêne-liège est une essence originaire de la Méditerranée et de l'Atlantique. Les besoins écologiques de l'espèce comprennent quatre catégories : la lumière, la chaleur, l'humidité et le refus des sols calcaires, qui déterminent sa répartition géographique. Le chêne-liège est considéré comme une essence héliophile, ce qui signifie qu'elle aime la lumière et nécessite une forte insolation. Il est possible de cohabiter avec d'autres essences à cime peu compacte, comme le pin maritime (*Pinus pinaster* Ait.) ou le pin parasol (*Pinus pinea* L.), mais il se développe le mieux en peuplement pur, voire en lisière des parcelles (fournissant par la même occasion une protection contre le vent grâce à la robustesse de son système racinaire). Le chêne-liège est un arbre thermophile, il se développe donc dans des climats tempérés (avec des températures annuelles moyennes de 13°C à 16°C). Il a également besoin d'une période de sécheresse en été pour se développer (les feuilles peuvent subir des lésions irréversibles dès -5 °C). Sa distribution en France est restreinte à une altitude de 700 mètres et au-delà du 44ème parallèle (<https://institutduliege.fr/>).

Cependant, il est possible de dépasser 1000 m dans les zones chaudes telles que l'Andalousie et le Maghreb, ainsi que 2000 m dans l'Atlas marocain. Bien que le chêne-liège soit xérophile, il a besoin d'une humidité atmosphérique d'au moins 60 %, même en saison sèche, et d'une pluviométrie annuelle de 500 à 1200 mm. Ces conditions ne se présentent que dans les régions méditerranéennes à proximité de la mer et jusqu'à 200 ou 300 km à l'intérieur des terres sur la côte atlantique. Cependant, ces exigences diffèrent en fonction des spécificités des stations qu'il occupe : Exposition (nord ou sud), topographie (sommet ou fond de vallon), proximité de la mer. Le sol est le dernier élément important. Le chêne-liège est un arbre calcifuge strict qui préfère les substrats siliceux et acides tels que les schistes, le grès, le gneiss et le granit. Cependant, il est préoccupé par la possibilité d'hydromorphie. Il préfère les sols peu fertiles, superficiels ou denses (riches en argiles), mais préfère les sols légers (sables), bien aérés et abondants en matière organique (<https://institutduliege.fr/>).

### **2.2.3. Sylviculture et aménagement**

Le chêne liège est traité de deux manières différentes en raison de son caractère délicat. La subériculture le considère comme un arbre fruitier pour l'extraction du liège, tandis que la sylviculture le considère comme un arbre forestier. La sylviculture repose sur deux aspects principaux : les opérations sylvicoles et l'aménagement. (Boudy, 1950). Le premier comprend les coupes de régénération, de dégagement et de nettoyage, de dépressage et de débroussaillage. Étant donné que les forêts en Algérie ne se présentent guère sous la forme équienne, la forme jardinée, où s'entremêlent des sujets de divers âges et dimensions, est l'aspect le plus dominant. Le deuxième aspect (l'aménagement) varie selon le type de forêt (futaie pure ou mélangée, futaie claire avec un grand sous-bois). Les bouquets peuvent être utilisés pour traiter la futaie jardinée, mais l'incendie limite son utilisation. Cependant, lorsque le maintien prolongé des sujets est inutile, un traitement en taillis simple est nécessaire. Les arbres qui ont été coupés pendant une courte période de révolution (25 ans) produisent du liège mâle jeune de haute qualité. Actuellement, les incendies répétés modifient les subéraies et les concepts de gestion et de rénovation surplacent tous les processus d'aménagement (Dehane, 2012).

#### **2.2.4. L'industrie nationale**

Pendant les dix années qui ont précédé le départ des colons industriels français et étrangers (1962-1979), l'industrie du liège en Algérie n'a pas été soumise aux programmes de planification de l'époque et a prospéré dans des petites fabriques rudimentaires héritées des colons ou appropriées depuis longtemps par des familles d'artisans bouchonniers (Dehane, 2012).

Selon le rapport prospectif de la FOSA (2007, cité par Dehane, 2012) sur le secteur forestier en Algérie, l'industrie du liège est principalement gérée par l'Entreprise Nationale des Lièges (ENL). Le gouvernement algérien a pris une décision au début de l'année 2010 concernant les unités publiques industrielles spécialisées dans la transformation du liège. Ils sont désignés pour travailler au ministère de l'Agriculture et du Développement rural. La décision du conseil des participations de l'État de rattacher deux sociétés de gestion des participations, la SGP SGDA (gestion et développement agricole) et la SGP Proda (productions animales), au ministère de l'Agriculture est le résultat de cette opération.

Les PPDRI (programmes de proximité de développement rural intégré) ont récemment mis l'accent sur l'exploitation de l'espace forestier, y compris la production de liège. (Naili, 2010).

#### **2.2.5. Commerce du liège en Algérie**

Depuis 1980, le liège, qui était auparavant le centre des exportations de produits forestiers de luxe vers l'étranger dans les années 1960 et 1970, n'est plus inclus dans l'agenda des décisions économiques du pays. Le marché mondial de la production de liège, qui représente 1,5 milliards de dollars, dont les deux tiers reviennent à l'industrie des bouchons, est un secteur également prometteur et renouvelable (Elena Rosselló, 2005).

Le reste est composé de matériaux d'isolation thermique et acoustique, de carrelage (pour des revêtements muraux et décoratifs) et de pièces accessoires de certains dispositifs mécaniques. Le pourcentage de liège algérien éligible à l'exportation en termes de qualité s'élève à 50 % du total de la production (Nait, 2008).

Dès les années 1990, le marché mondial du liège a connu un changement majeur, marqué par une demande croissante des industries de transformation internationales. Cela a conduit les exportateurs locaux et étrangers à se tourner vers l'Algérie (Dehane, 2012).

La production de liège en Algérie est très importante, avec une production de 58.981,7 Quintaux. (DGF, 2010).

Les différentes unités de transformation assurent depuis longtemps la couverture du marché intérieur algérien en produits du liège (finis ou semi-finis) par défaut d'utilisation locale. La majorité de la production est exportée dans le monde sous forme de liège brut ou des ouvrages de liège comme suit:

- Liège brut ou préparé, déchets de liège, liège concassé, granulé ou pulvérisé.
- Liège naturel, écroute ou équarri, en cube, plaques feuilles, bandes de forme carrée ou rectangulaire.
- Ouvrages en liège naturel (bouchons, rondelles)
- Liège aggloméré (avec ou sans liant) et ouvrage en liège aggloméré (FOSA, 2007 cité in Dehane, 2012).



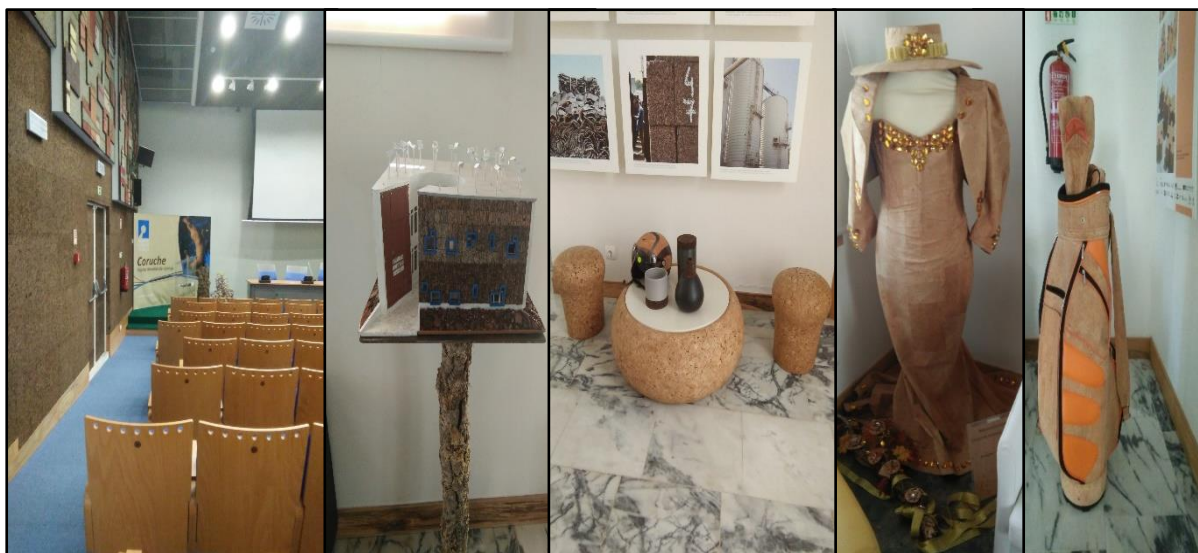
**Figure 14.** Récolte du liège à Seraïdi aout 2016 (Originale)

### 2.2.6. Utilisation du liège

En plus du bouchon classique, il est important de noter que le liège est utilisé en quantité extrêmement faible, mais parfois impossible à remplacer dans de nombreux contextes. Après la transformation, les produits sont principalement destinés aux activités industrielles suivantes:

- la construction en général (isolement thermique et acoustique, revêtement, décorations,...) ;
- l'industrie du froid (chambres froides et transports frigorifiques) ;
- la construction navale (isolation, revêtement, décoration,...) ;
- l'industrie de l'automobile (joints) ;
- l'industrie des transports (isolation thermique, acoustique et vibratoire) ;
- l'industrie mécanique en général (joints d'étanchéité,...) ;
- l'industrie textile et la fabrication de chapeaux ;
- l'industrie pharmaceutique et la parfumerie (bouchage et conditionnement des produits) ;
- l'industrie de la pêche (bouées, flotteurs,...) ;
- l'industrie de la chaussure (semelles, talons,...) ;
- l'industrie des emballages (granulés et laine de liège) ;
- la fabrication d'articles de sport (articles de pêche, raquettes, panneaux, balles,...) ;
- la chasse (bourre de cartouches) ;
- la fabrication d'articles de maison (nappes, cadres, divers matériels de bureau,...) ;
- La musique (isolant phonique exceptionnel pour les basses et moyennes fréquences ; l'utilisation nécessite des planches de liège de haute qualité) ;
- la cristallerie (pour ses propriétés abrasives) ;
- la pyrotechnique (feux d'artifice) ;
- L'industrie spatiale implique des produits tels que l'isolement thermique utilisé dans les navettes spatiales, qui ont été privilégiés comme des matériaux stratégiques par les États-Unis pendant la Seconde Guerre Mondiale (<https://institutduliege.fr/>).

Le liège est une ressource stratégique en raison de ses nombreuses applications (bouchonneries, isolation thermique, etc.). Même si ces forêts sont sous exploitées, elles peuvent être valorisées et exploitées de manière rationnelle et durable en créant des plans d'aménagement forestier pour chaque massif forestier. (BNEDER 2009).



**Figure 15.** Sous-produits de chêne liège présentés au niveau d'observatoire du chêne-liège et du liège de Coruche- centre Portugal- octobre 2017 (Originale)



**Figure 16.** Sous-produits de chêne liège présentés au niveau d'une exposition qui a été lieu le 01/11/2019 à Coruche- centre Portugal (Originale)

### **2.2.7. Contraintes et menaces**

Le chêne-liège (*Quercus suber* L.) a connu une perte de vigueur importante au cours des cinq dernières décennies dans les régions productrices de liège en Europe et en Afrique du Nord. Les sécheresses exceptionnelles, les conditions édaphiques défavorables, le dépérissement continu, les pratiques sylvicoles absentes ou inadéquates, les incendies, les attaques d'insectes et autres parasites sont tous liés à ce phénomène (Abourouh et Bakry, 1995).

Une définition plus restrictive est celle des auteurs américains qui parlent «d'un phénomène complexe évolutif, dans lequel interviennent des facteurs de plusieurs types : prédisposants, déclenchants et aggravants, en partie interchangeables» (Manion, 1981).

#### **- Facteurs prédisposants**

Vieillessement de la subéraie

Stations non adaptées

Abandon de l'entretien

Incendies

#### **- Facteurs déclenchants**

Sécheresse prononcée

Levée mal effectuée

Défoliation de *Lymantria dispar*

#### **- Facteurs aggravants**

Défoliateurs : *Tortrix viridana*, *Lymantria dispar*...

Insectes xylémophages : *Platypus cylindrus*...

Pathogènes : *Hypoxylon mediterraneum*... (Bernard Boutte, 2014).

### **2.2.8. Ravageurs et maladies**

Les chênes-lièges peuvent être affectés par des ravageurs et des maladies de différentes manières et à tous les stades de leur vie. Plusieurs espèces d'insectes et de pathogènes microbiens peuvent avoir des effets négatifs sur le chêne-liège, depuis les graines et les semis jusqu'aux arbres adultes. À des niveaux d'incidence modérés à élevés, ils peuvent augmenter la mortalité et réduire la vigueur des arbres, menaçant ainsi la durabilité des forêts de chêne-liège (Branco et Ramos 2009).

Les insectes xylophages affectent principalement les arbres affaiblis ou en décomposition, de sorte que leur impact économique est généralement mineur. Cependant, dans des circonstances favorables, certaines espèces peuvent devenir des ravageurs importants. Trois groupes principaux d'insectes écorceurs et xylophages sont associés aux chênes-lièges : les coléoptères ambrosia (en particulier *Platypus cylindrus*), deux buprestidés du genre *Coroebus*, et les longicornes (*Cerambyx cerdo*, *C. welensii*, et *Prinobius spp.*). Les longicornes sont des espèces xylophages dont les stades immatures se développent à l'intérieur des troncs des arbres en décomposition, mais bien qu'ils soient des ravageurs secondaires, les *Cerambyx spp.* (en particulier *C. cerdo*) sont associés au déclin des chênes et sont capables d'induire la mort des arbres (Martín *et al.* 2005 ; Branco et Ramos 2009).

L'affaiblissement des arbres causé par l'augmentation de l'aridité dans les régions méditerranéennes profite à *C. cerdo* et à plusieurs autres ravageurs xylophages. Les dommages causés par une récolte ou une taille inappropriée des lièges peuvent être une cause principale de l'augmentation des trous faits par *C. cerdo*, qui agissent comme des portes d'entrée pour l'infection fongique par *Biscogniauxia mediterranea* (Martín *et al.* 2005).

Les papillons nocturnes (à savoir *Lymantria dispar*, *Malacosoma neustria*, *Euproctis chryorrhoea*, et *Tortrix viridiana*) sont les défoliateurs les plus importants du chêne-liège dans toute la Méditerranée (Luciano *et al.*, 2005).

Les défoliations sévères du chêne-liège réduisent la production de glands, la croissance du diamètre des tiges et la croissance du liège. La quantité et la qualité du liège ainsi que le décapage du liège sont également affectés les années suivantes. Comme pour les insectes écorceurs et xylophages, les attaques des défoliateurs sont susceptibles d'être plus sévères sur les arbres affaiblis. Parmi les maladies du chêne-liège, le cancer du chêne-liège (agent causal *Botryosphaeria stevensii*), la maladie du charbon de bois (agent causal *B. mediterranea*), et les maladies des racines causées par *Armillaria mellea* et *Phytophthora cinnamomi*, sont les quatre principales maladies fongiques des peuplements de chêne-liège (Robin *et al.*, 2001 ; Branco et Ramos 2009).

Le stress et les blessures du tronc sont les principaux facteurs prédisposant aux maladies du cancer et du charbon de bois ; par conséquent, le meilleur contrôle de ces maladies réside dans des pratiques de gestion appropriées pour améliorer la vigueur de l'arbre et prévenir les blessures du tronc (Branco et Ramos 2009).



**Figure 17.** Un piège à phéromone (à gauche) et un piège d'interception adopté par Dr Philippe Xavier Catry (à droite) utilisés à Coruche centre Portugal pour attraper le *Platypus cylindrus* (Originale)

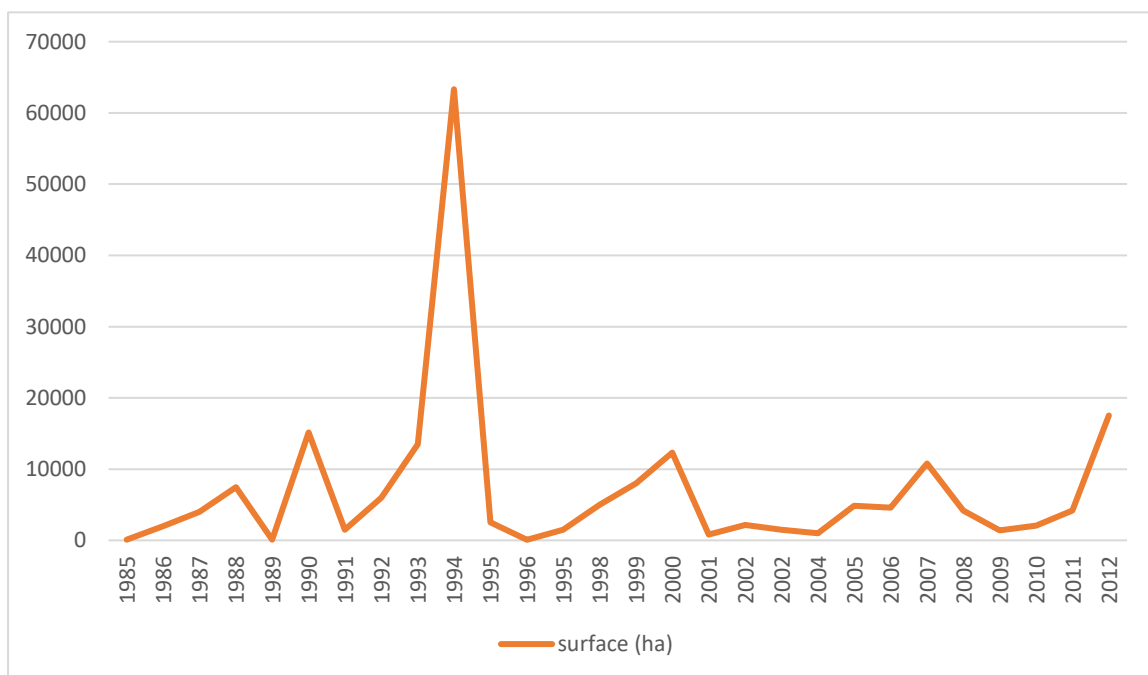
### 2.2.9. La subéraie face aux incendies

Depuis longtemps, la subéraie subissait des incendies plus ou moins violents, mais elle demeure en vie grâce à sa résistance exceptionnelle. En effet, il y a une grande quantité de rejets et de drageons qui apparaissent quelques semaines après le feu. Des indices indirects tels que le degré de calcination de la végétation, l'importance des chicots résiduels et l'aspect de la surface du sol brûlé peuvent être utilisés pour évaluer l'intensité du feu. La façon dont les chênes-lièges « se répartissent » après le feu peut fournir des indications assez précises, utilisables pour prédire leurs chances de survie. L'épaisseur et la structure de l'écorce du chêne-liège (présence de nombreux compartiments étanches remplis d'air) sont responsables de sa capacité à résister à des incendies parfois violents. Le tissu subéreux est l'une des substances les plus capables d'isoler thermiquement. Ainsi, la meilleure assurance vie pour le chêne-liège est son écorce liégeuse. Le peuplement sera plus vulnérable à des incendies même de faible puissance si le peuplement est démasqué et privé de cette protection précieuse. Avant de couper un arbre, il faut s'assurer de sa viabilité future car malgré la perte de tout son houppier et son aspect carbonisé, le chêne-liège possède un pouvoir de récupération important. Il est préférable d'attendre le printemps et même le deuxième automne pour évaluer l'état sanitaire de chaque sujet. (Bekdouche, 2010).

### 2.2.10. Aperçu historique sur les incendies des forêts de chêne liège en Algérie

Historiquement, les incendies forestiers sont considérés comme l'un des facteurs explicatifs de la diminution de la superficie des subéraies et de la production de liège en Algérie. Les débuts des incendies remontent à 1860, date à laquelle 2.500 hectares de chêne liège concédé ont été détruits. Depuis, des incendies catastrophiques de l'année 1863 ravageant 45.000 hectares, les subéraies algérien ont été multipliés rapidement. Entre 1865 et 1871, des incendies majeurs se reproduisent de la même intensité (Puyo, 2013).

Après l'indépendance, les feux parcourent presque chaque année des surfaces différentes. Les données de la Direction Générale des Forêts pour la période 1985-2012, indiquent un certain nombre d'incendies, les plus graves étant enregistrées en été 1994 (avec une superficie record de 63.328 ha), en 2000 (avec 12.313 ha) et en 2012 (avec une superficie de 17.512 ha) (Abbas, 2013 cité in Bouhraoua *et al.*, 2014).



**Figure 18 :** Evolution annuelle de la superficie incendiée de chêne liège en Algérie entre 1985 et 2012 (Bouhraoua *et al.*, 2014)



**Figure 19.** Chute d'arbre 01 jour après incendie d'été 2016 (Originale)



**Figure 20.** Subéraie à Seraïdi après 07 jours du feu d'été 2017 (Originale)



**Figure 21.** Arbre mort 02 ans après incendie d'été 2012 (Originale)



**Figure 22.** Subéraie 12 mois après incendie d'été 2015 (Originale)



**Figure 23.** Récupération d'une subéraie 02 ans après incendie d'été 2012 (Originale)



**Figure 24.** Subéraie exploitée 04 ans après incendie d'été 2012 (Originale)

## 2.2.11. Gestion des subéraies post incendiées

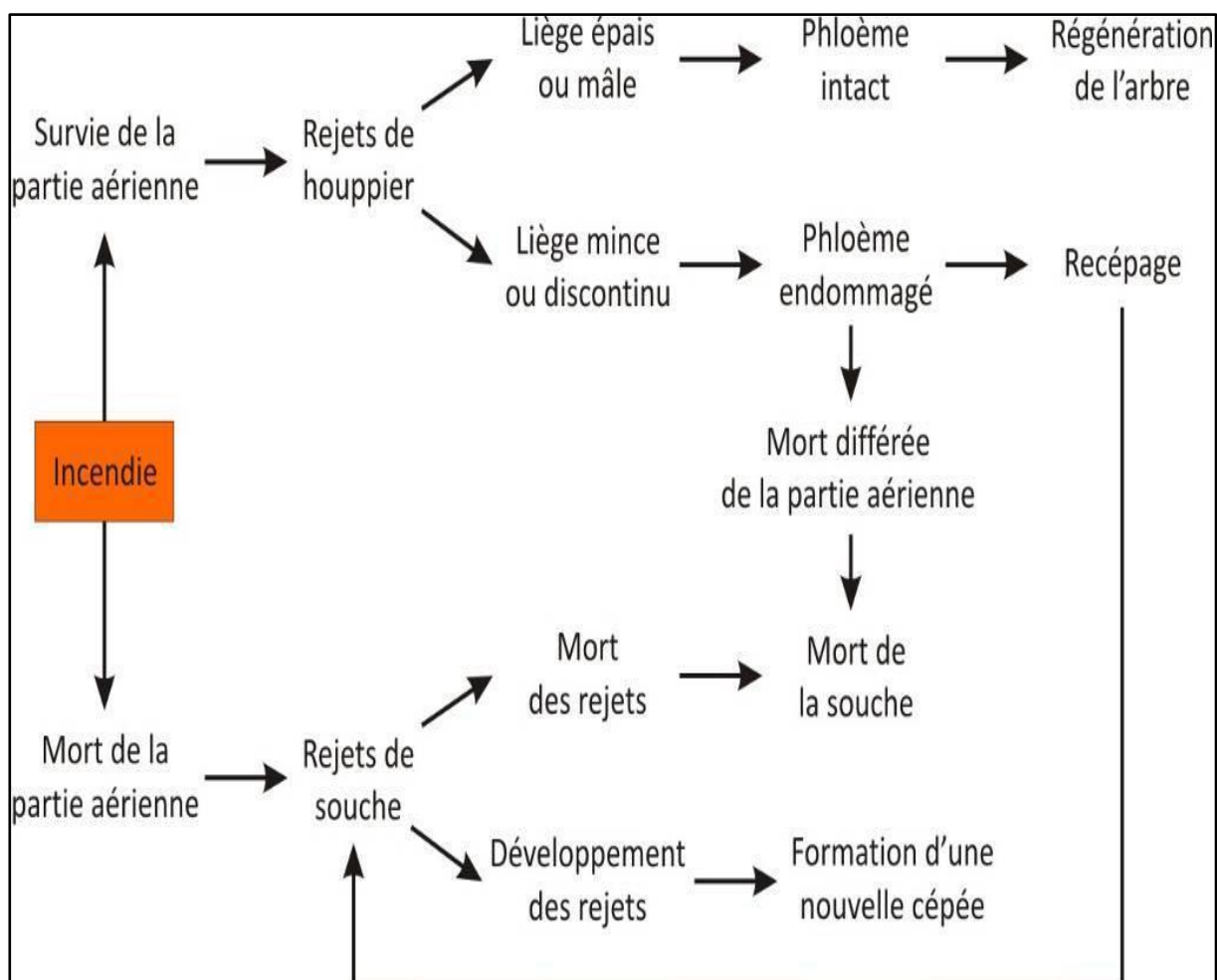
### 2.2.11.1. Conséquences du feu pour le chêne-liège

Pour répondre à la plupart des situations, il est possible de conserver sur place les chênes-lièges brûlés non démasclés qui ont un diamètre supérieur à 7,5 cm, car ils rejeteront vigoureusement après l'incendie. En revanche, chez les sujets âgés qui sont exploités et ont un diamètre important, en fin du cycle de production, les écorçages répétés sont toujours une source de blessures facilitants l'entrée du feu, qui rongera l'intérieur de l'arbre comme une carie sur une dent, réduisant ses chances de survie. La survie des arbres en pleine production dépend de plusieurs facteurs :

- de l'état de la couche mère : si celle-ci est endommagée, le feu détruira l'arbre de l'intérieur, comme c'est le cas pour les sujets âgés ;

- de l'épaisseur du liège femelle, et donc du temps écoulé depuis le dernier écorçage

(<https://institutduliege.fr/>).



**Figure 25 :** Comportement du chêne-liège après incendie (<https://institutduliege.fr/>)

### 2.2.11.2. Stratégie à adopter après un incendie

Dans les peuplements qui ont survécu à l'incendie, la question de savoir quand remettre en production les chênes lièges, en levant le liège brûlé, se pose rapidement. Il est important de garder à l'esprit que le démasclage exerce un certain stress sur le chêne-liège, mais qu'il est bien supporté lorsqu'il est effectué correctement. Mais dans le cas des forêts de chêne liège incendiées, le stress provoqué par le feu a obligé l'arbre à puiser dans ses réserves pour reconstituer son feuillage et reprendre son fonctionnement physiologique normal. Ainsi, il est important de s'assurer qu'il n'y a pas de stress supplémentaire.

L'épaisseur du liège avant l'incendie, ou mieux, l'âge du liège au moment du feu, est un critère à prendre en compte pour considérer lorsque le liège brûle. La règle absolue à suivre est d'attendre au moins trois années de végétation complètes après l'incendie, ce qui semble être la période la plus courte pour que l'arbre puisse faire face à de nouveaux stress. (Piazzetta, 2004).

**Tableau 05 :** Critères pour déterminer la date appropriée pour récupérer le liège incendié (Piazzetta, 2004)

<i>Type de liège</i>		<i>Épaisseur du liège</i>	<i>Âge du liège (cycle de 12 ans)</i>	<i>Consignes à appliquer</i>
Mâle		> 1,5 cm		Attendre au moins 3 ans après le feu pour démascler les arbres ayant une circonférence supérieure à 70 cm.
Femelle	Très mince	< 1,5 cm	< 5 ans	Épaisseur insuffisante pour la survie de l'arbre → Recéper dès que possible.
	Mince	2 à 3 cm	5 à 10 ans	Attendre au moins 5 ans après le feu pour lever le liège (délai pour se remettre de l'écorçage précédent + du feu).
	Bouchonnable	3 à 4 cm	10 à 15 ans	Attendre au moins 3 ans après le feu pour lever le liège, mais pas plus de 5 ans (perte de production).
	Surépais	> 5 cm	> 18 ans	Attendre au moins 3 ans après le feu pour lever le liège ; quelques valorisations possibles dans l'artisanat

## 2.3. Méthodes

### 2.3.1. Subéraies non-incendiées

#### 2.3.1.1. Présentation des sites d'étude :

Pour évaluer la situation phytosanitaire de la forêt d'Edough, nous avons sélectionné la subéraie de Bouzizi et la subéraie de Berouaga au niveau de la forêt domaniale de Seraïdi, qui ont été choisis en fonction de la facilité d'accès aux sites d'études et de la présence d'un peuplement homogène.

Située à une altitude de 743 mètres au Nord du village de Seraïdi, la subéraie Berouaga est un site où le peuplement de chêne-liège n'est pas mélangé avec d'autres essences. Ce site se trouve dans une zone avec une faible pente et une fréquentation humaine moyenne, mais la présence d'un pâturage reste importante. La strate arborée est principalement constituée de chêne-liège. Le sous-bois est composé essentiellement de : bruyère arborescente, ronce à feuilles d'ormeau, cytise à trois fleurs et fougère aigle.

**Tableau 06 :** Localisation géographique du site de Berouaga

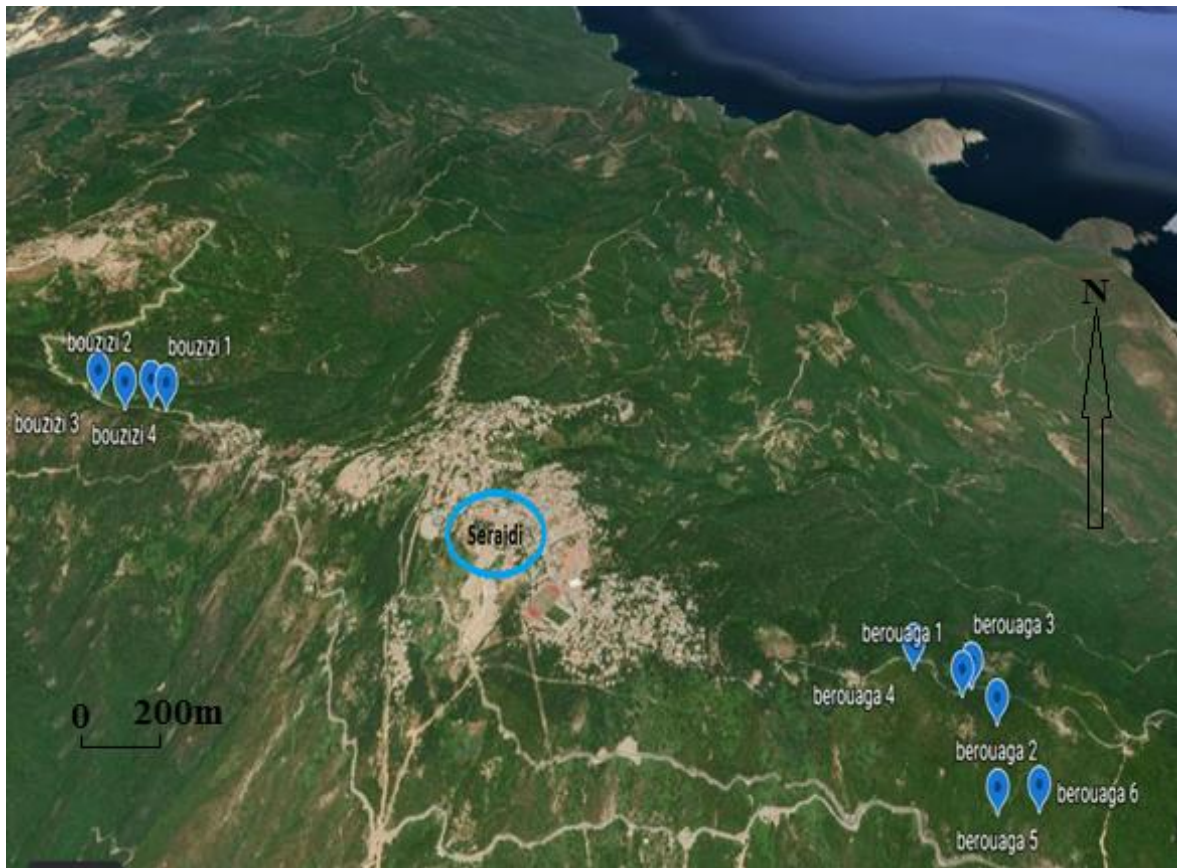
Latitude	Longitude	Altitude (m)
36° 55'11'' N	07 ° 41'49'' E	743

- Située à une altitude de 787 mètres, la subéraie de Bouzizi se trouve à proximité de la route w16 à l'ouest du village de Seraïdi. Le peuplement du chêne-liège présente un aspect dominant, avec un sous-bois composé essentiellement de : bruyère arborescente, cytise à trois fleurs et ronce à feuilles d'ormeau.

Ce site situé dans un endroit qui présente une forte pente et la fréquentation humaine reste limitée.

**Tableau 07 :** Localisation géographique du site de Bouzizi

Latitude	Longitude	Altitude (m)
36° 54'16'' N	07 ° 39'29'' E	787



**Figure 26 :** La situation géographique des sites non incendiés (Google earth 2020)

### 2.3.1.2. Echantillonnage

Pendant les années 2016, 2017 et 2018, des travaux de terrain ont été réalisés pour prospecter la forêt, localiser la zone d'étude et installer des placettes d'observation. Chacune des 10 placettes (P1, P2, P3, P4, P5, P6) au niveau du site Berouaga et (P7, P8, P9, P10) pour le site Bouzizi, sont composées de 25 arbres en moyenne marqués à la peinture blanche, distantes au minimum de 100 mètres les uns des autres.

Les caractéristiques sylvicoles, sanitaires, dendrométriques, d'exploitations et floristiques ont été relevées sur 277 arbres. La majorité des arbres observés ont été démasclés au cours de l'été 2007 pour le site de Bouzizi et au cours de l'été 2008 pour le site de Berouaga ; ils ont tous un liège âgé de 09 à 10 ans.



**Figure 27 :** Installation d'une placette au niveau du site Berouaga (Originale)



**Figure 28 :** Installation d'une placette au niveau du site Bouzizi (Originale)

### 2.3.1.3. Relevés caractéristiques des arbres

Les mesures effectuées sur les arbres échantillons sont regroupées en classes déterminant, ainsi cinq types de relevés :

**2.3.1.3.1. Relevés sylvicoles :** Ils permettent de décrire et d'analyser le peuplement à l'aide de certains descripteurs tels que sa densité, son âge, sa composition et le sous-bois. L'ensemble de ces descriptions a été présenté sous forme de notes établies par (Bouhraoua, 2003).

**Tableau 08 :** Principaux descripteurs des relevés sylvicoles

Descripteurs	Notes
Age	1 (jeune : < 40 ans, Ø < 70 cm), 2 (adulte : 40 à 70 ans, Ø = 71-109cm), 3 (vieux : > 80 ans, Ø > 110 cm).
Sous-bois	1 (nul), 2 (réduit), 3 (moyen), 4 (dense mais pénétrable), 5 (dense et impénétrable)
Régénération	1 (aucune), 2 (rare), 3 (moyenne), 4 (forte)
Fréquentation humaine	1 (nulle), 2 (faible), 3 (moyenne), 4 (forte)
Pâturage	1 (nul), 2 (faible), 3 (moyen), 4 (abondant)
Concurrence avec d'autres essences	1 (nulle), 2 (faible), 3 (moyenne), 4 (forte)

**2.3.1.3.2. Relevés dendrométriques :** Ils déterminent la croissance des arbres et contiennent des mesures de la circonférence du tronc prise à 1,30 m du sol (au mètre ruban), la hauteur de l'arbre (estimation visuelle) (Bouhraoua, 2003).

**2.3.1.3.3. Relevés d'exploitation :** Ils mettent en évidence la qualité avec laquelle le liège a été exploité. Ils incluent des données sur la hauteur de l'écorce de la dernière levée, l'épaisseur du liège, la circonférence à hauteur d'homme et le coefficient de démasclage « Cd ». Cet indice s'obtient en divisant la hauteur démasclée par la circonférence à hauteur d'homme (Bouhraoua, 2003).

#### 2.3.1.2.4. Relevés sanitaires :

La méthode utilisée pour évaluer l'état sanitaire du peuplement de chêne-liège consiste principalement à examiner chaque partie des arbres échantillons. L'houpier, le tronc, les branches, les feuilles, les rameaux et les glandes des arbres sont examinés. (DSF., 1991, Bakry et Abourouh 1996).

- **L'examen de la cime**

Il s'agit d'évaluer visuellement la vitalité des arbres du site et par conséquent l'état sanitaire des forêts. L'examen de la cime permet de mettre en évidence deux principaux symptômes : la défoliation (la perte foliaire) et la décoloration (coloration anormale) qui sont considérés le plus comme des indicateurs, que de véritables mesures de la vitalité (Landmann, 1988 ; Bonneau et Landmann, 1988).

- **La défoliation :**

L'estimation de la perte des feuilles consiste à découper la cime de l'arbre en zones homogènes, à estimer les pertes par zone et définir ensuite la note (Bouhraoua, 2003).

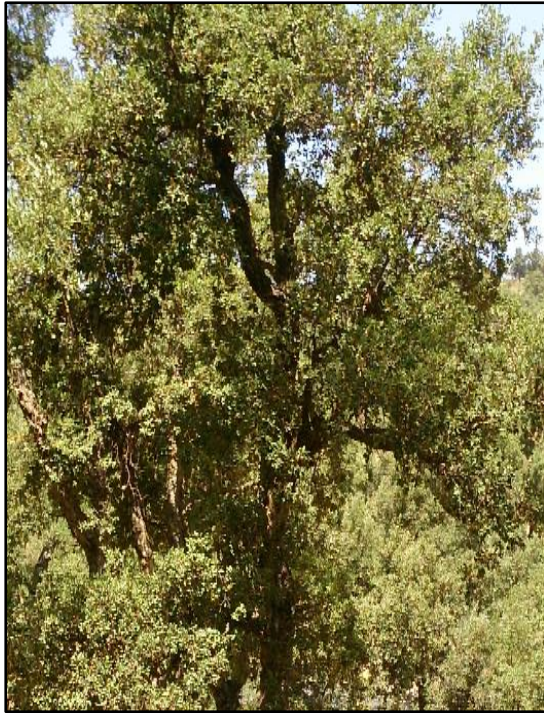
La défoliation est évaluée par appréciation visuelle de l'aspect de la cime notamment du "déficit foliaire". Il est noté selon la méthode européenne (DSF, 1991) et adaptée au chêne liège en Algérie (Bouhraoua et Villemant 2005). Quatre classes sont considérées : 1 (déficit foliaire < 25%, arbre sain), 2(déficit foliaire 30-60%, arbre affaibli), 3 (déficit foliaire > 60%, arbre dépérissant), 4 (mort, arbre mort).

- **La décoloration :**

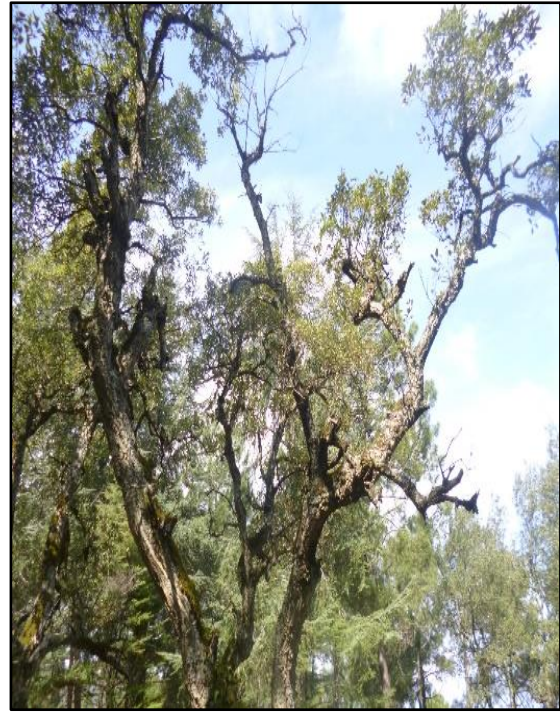
Traduit un changement par rapport à la coloration habituellement observée sur le feuillage du chêne-liège. Elle est notée par rapport au feuillage présent. Afin d'évaluer la décoloration, on procède comme suit : on découpe le houppier en 4 zones égales, on estime quelle proportion du feuillage de chaque zone présente une coloration anormale et on fait la somme des 4 zones pour définir la note (Tableau 09) (Bouhraoua, 2003).

**Tableau 09 : Classes de décoloration des feuilles**

Classes	Proportion de feuillage décoloré	Signification des classes	Catégorie de coloration
1	1-10 %	Pas de décoloration	Coloration normale
2	15-25 %	Faiblement décoloré	Coloration anormale
3	30-60 %	Modérément décoloré	
4	> 65 %	Gravement décoloré	
5	100 %	Très gravement décoloré	



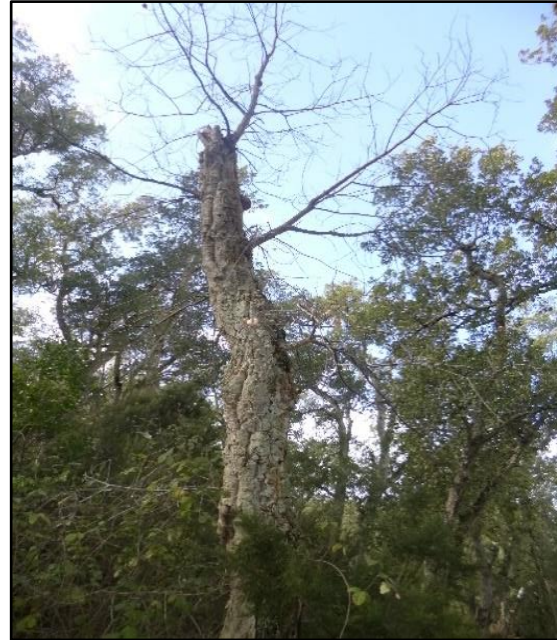
**Classe 1**



**Classe 2**



**Classe 3**



**Classe 4**

**Figure 29** : Échelle d'estimation visuelle des catégories d'arbres de chênes-lièges atteints selon les proportions de feuillage affecté (Originale)

Classe 1 de défoliation (arbre sain), Classe 2 de défoliation (arbre affaibli),  
Classe 3 de défoliation (arbre dépérissant), Classe 4 de défoliation (arbre mort)

- **L'indice de dépérissement (ID)**

Permet d'exprimer d'une façon directe l'état général du peuplement à partir de l'ensemble des arbres pris individuellement (Bouhraoua, 2003).

$$IS = \sum_{i=1}^5 niPi/N$$

*ni*: Nombre d'arbres de la classe *i* de défoliation.

*Pi*: Poids de la classe *i* (1 si *i* = 1; 2 si *i* = 2 etc.).

*N*: Effectif total d'arbres observés dans la parcelle.

Nous distinguons 4 niveaux d'état sanitaire en fonction des valeurs obtenues:

$Is < 1.59$  Non dépérisant ou sain.

$1.60 < Is < 2.0$  En début de dépérissement.

$2.1 < Is < 2.59$  En dépérissement assez grave.

$Is > 2.60$  En dépérissement grave ou fortement dépérisant.

- **L'examen du tronc**

Il consiste en des observations visuelles sur une hauteur ne dépassant pas les 3m. D'après Bouhraoua (2003), chaque tronc est observé et décrit à l'aide d'un certain nombre de paramètres résumés dans le Tableau 10.

**Tableau 10** : Différents descripteurs utilisés dans l'examen du tronc

Descripteurs	Notes	Signification des notes
Présence de crevasses	1 - 5	1 (1-10 %), 2 (15 - 25 %), 3 (30 - 50 %), 4 (55 - 75 %), 5 (>75)
Déformation	0 - 1	0 (absence), 1 (présence)
Trous d'insectes xylophages	0 - 1	0 (absence), 1 (présence)
Suintements noirâtres	0 - 1	0 (absence), 1 (présence)
Flore lichénologique	0 - 1	0 (absence), 1 (présence)
Blessures	0 - 1	0 (absence), 1 (présence)

### 2.3.1.3.5. Relevés floristiques :

Ils consistent en un inventaire de la végétation accompagnatrice de *Quercus suber* dans les sites étudiés. Cette végétation est distribuée verticalement en 3 strates bien définies comme suit : arborescente (>7m), arbustive (6-7m), sous arbustive haute (2-5m) et sous arbustive basse (<2m). Par ailleurs, la distribution horizontale, qui exprime en fait l'abondance de l'espèce ou de la strate considérée, est estimée à l'aide de notes croissant en fonction du taux de recouvrement : 1(<5%), 2(6-25%), 3(26-50%), 4(51-75%), et 5(>75%) (Ziani, 2013).

### 2.3.2. Subéraies incendiées

#### 2.3.2.1. Présentation des sites d'étude :

-Le site d'El Fahama situé à peu près de 06 km au Nord-Est du village de Seraïdi à 484 m d'altitude, le peuplement du *Quercus suber* est pur, ce site situe dans un endroit qui présente une faible pente mais la fréquentation humaine et même le pâturage restent importants. La strate arborée est constituée de sujets de chêne-liège. Le sous-bois est composé de : *Calicotome spinosa*, *Daphne gnidium*, *Pteridium aquilinum*, *Cytisus triflorus*, *Cistus salvifolius*, *Erica arborea*, *Cistus monspeliensis*, et *Rubus ulmifolius Schott*.

**Tableau 11** : Localisation géographique du site d'El Fahama

Latitude	Longitude	Altitude (m)
36° 55'41 N	07° 42'56 E	484

- La subéraie d'Ain Attaoua située à environ 11 km à l'ouest du village de Seraïdi et à 396 m d'altitude. Le peuplement du chêne-liège est pur, le sous-bois constitué de : *Arbutus unedo*, *Pistacia lentiscus*, *Erica arborea*, *Ampelodesmos mauritanicus*, *Cistus salvifolius*, *Phillyrea angustifolia* et *Myrtus communis*.

Ce site situé dans un endroit qui présente une faible pente et la fréquentation humaine est nulle.

**Tableau 12** : Situation géographique de la subéraie d'Ain Attaoua

Altitude (m)	Longitude	Latitude
396	07° 35'29 E	36° 56'52 N



**Figure 30 :** La situation géographique des sites incendiés (Google earth 2022)

### 2.3.2.2. Echantillonnage

#### - Installation des parcelles d'observation, de suivi et choix des arbres

La capacité de régénération et les modalités de réponse végétative du chêne liège après un incendie ont été étudiées dans deux parcelles. Ces parcelles ont été installées environ six mois après le feu ; pour le site vierge d'El Fahama (qui a été incendié le 4 août 2015) et pour le site d'Ain Attaoua (qui a été incendié le 31 juillet 2016 et démasclé en été 2011). Au total, 121 arbres ont été retenus et répartis entre 55 arbres dans la parcelle d'El Fahama (suivis de 6, 18 et 30 mois après le feu) et 66 arbres à Ain Attaoua (suivis de 6 et 18 mois après le feu). A partir du premier arbre repéré dans le peuplement, le reste des arbres ont été sélectionné par la méthode du plus proche voisin. Chaque arbre sélectionné a été numéroté à la peinture blanche (Belhoucine et Bouhraoua, 2012).



**Figure 31** : Délimitation de la parcelle incendiée d'Ain Attaoua 06 mois après passage du feu  
(Originale)



**Figure 32** : Délimitation de la parcelle incendiée d'El Faham 06 mois après passage du feu  
(Originale)

### 2.3.2.3. Modalités de reprise végétative post-incendie des arbres

Les mesures dendrométriques ont été prises sur chaque arbre (hauteur total et circonférence), la hauteur du feu de plus la sévérité du feu qui est apprécié en 4 degrés fut proposée par Louis Amandier en 2004 comme suit :

**1er degré :** Le feuillage du *Quercus suber* est seulement roussi. Si le liège était suffisamment épais lors de l'incendie, l'arbre dispose de bonnes chances de survie. Dans le cas contraire, le chêne-liège est à recéper pour bénéficier des capacités de l'arbre à rejeter de souche.

**2ème degré :** Les feuilles sont complètement brûlées, mais il persiste des brindilles non calcinées au sommet du houppier, signifiant que le feu était moins intense. Le *Quercus suber* a de bonnes chances de survie grâce à la production de rejets aériens, tout en disposant des mêmes réserves que le 1er degré pour protéger le tronc.

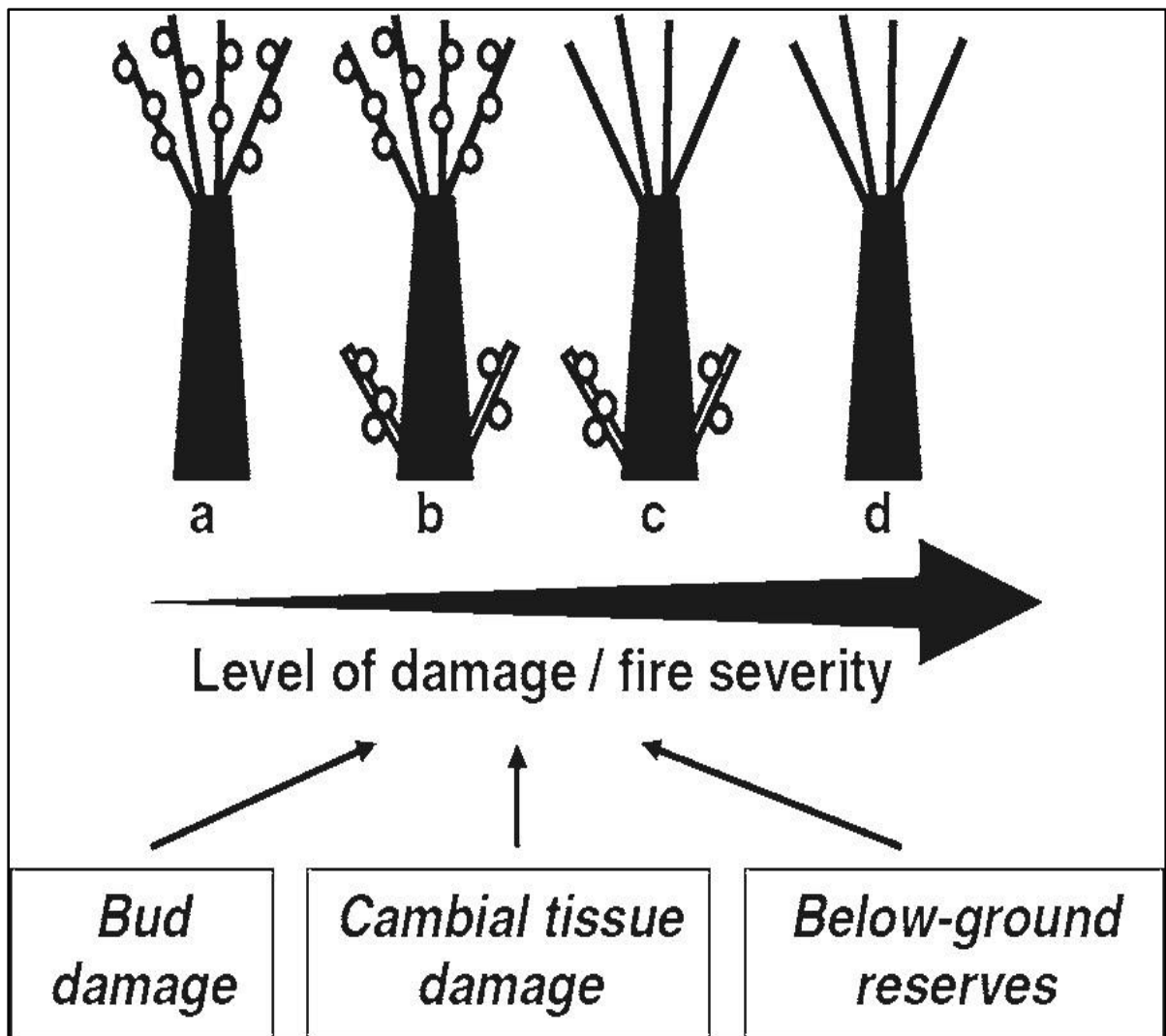
**3ème degré :** Les arbres sont carbonisés, il ne persiste pas de brindilles non calcinées au sommet du houppier, le sol est « nettoyé », signe d'un incendie de forte intensité. Là, les chances de reprises du chêne-liège sont faibles, ou se traduiront par la production de rejets dans les parties basses de l'arbre.

**4ème degré :** Plus rare, car il s'est produit suite à un feu de grande intensité qui a complètement carbonisé le liège qui recouvrait le tronc, découvrant parfois le bois entièrement. La partie aérienne de l'arbre n'a aucune chance de survie, mais la souche, qui est enterrée, continue de vivre : on peut donc recéper l'arbre pour profiter de la capacité de la souche à produire des rejets vigoureux et viables.

Les modalités de reprise végétative des arbres on a retenu 2 indices, à savoir :

– l'endroit de départ des repousses, hauteur maximale et minimale de la régénération de la couronne, le volume de la couronne vert, le volume de la couronne sans feuilles, régénération à séché, la hauteur maximale et modale des rejets de la base.

- L'importance de la reconstitution de la cime des arbres par reprise végétative des bourgeons, et ce à partir des appréciations visuelles de la proportion du feuillage par rapport à un sujet de référence non incendié situé dans les mêmes conditions stationnelles. Pour cela, on a retenu 5 classes de récupération du feuillage (Rf): \*Classe 1:  $Rf < 10\%$ , \*Classe 2:  $15\% < Rf < 25\%$ , \*Classe 3:  $30\% < Rf < 50\%$ , \*Classe 4:  $55 < Rf < 75\%$ , \*Classe 5:  $Rf > 75\%$  (Bouhraoua *et al.*, 2014)



**Figure 33 :** Un modèle conceptuel des réponses post-incendie d'un arbre en germination qui a subi une consommation totale de la couronne (combustion des feuilles et des brindilles lors d'un incendie de forêt) en fonction d'un gradient de gravité croissante dommages/gravité de l'incendie : ( a ) reprise de la couronne, ( b ) reprise de la couronne et de la base, ( c ) reprise de la base, ( d ) mort de la plante (reproduit de Moreira *et al.*, 2009)



*1er degré*



*2ème degré*



*3ème degré*



*4ème Degré (rare)*

**Figure 34 :** Échelle d'estimation visuelle du degré de brûlure des chênes-lièges (Originale)

**2.3.2.4. Taux d'attaque des arbres :** Nous avons également tenu compte de l'état d'exploitation (démasclé/non démasclé, l'épaisseur du liège) et de la présence/absence des trous d'attaque du xylophage *Platypus cylindrus* caractérisés par une fine sciure blanchâtre dont l'orifice est de 1 à 2 mm. Pour estimer l'infestation de l'insecte, c'est la partie du tronc qui a été observée en dénombrant le nombre de trous de pénétration de *P. cylindrus* (Smahi.H *et al.*, 2014 ; Bellahirech *et al.*, 2017) et la localisation des trous (hauteur maximale et minimale, au niveau du tronc exploité, vierge ou bien sur le bois exposé et les quadrants). Et on a étudié avec les mêmes paramètres l'infestation des autres perforateurs du bois où l'orifice dépasse 2 mm.

**2.3.2.5. Analyses statistiques et logiciels utilisés**

Les résultats sont analysés par une étude statistique descriptive, une analyse de modèle linéaire général et des analyses des régressions logistiques binaires à l'aide du logiciel IBM-SPSS Statistics 22.



**Classe 0 (arbre mort)**



**Classe 1**



**Classe 2**



**Classe 3**



**Classe 4**



**Classe 5**

**Figure 35 :** Échelle d'estimation visuelle des classes de reprises végétatives des chênes lièges (Originale)

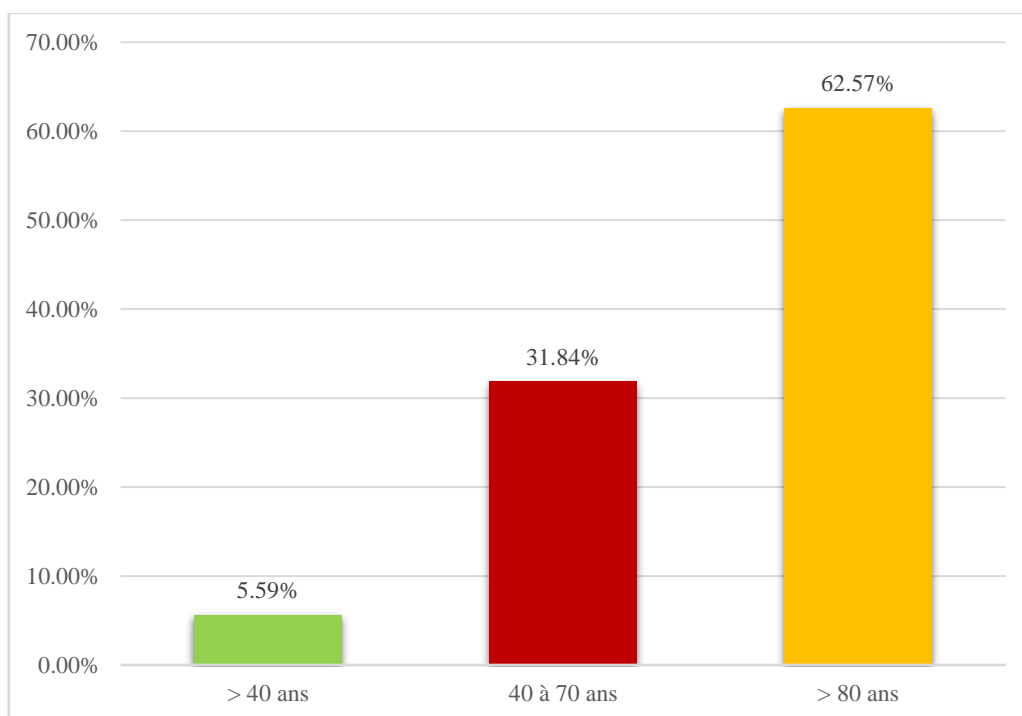
### 3. Résultats

#### 3.1. Les subéraies non incendiées

##### 3.1.1. Relevés sylvicoles

###### - Site Berouaga

Les résultats du calcul de l'âge des sujets inventoriés dans les placettes de Berouaga indique que la majorité sont des arbres vieux (> 80 ans) avec un taux de 62,57% suivie par les arbres adultes (40 à 70 ans) avec un pourcentage de 31,84% alors que les sujets jeunes (> 40 ans) participant présentent un taux faible, il est de 5,59%.



**Figure 36 :** Répartition des arbres à Berouaga en fonction des classes d'âge

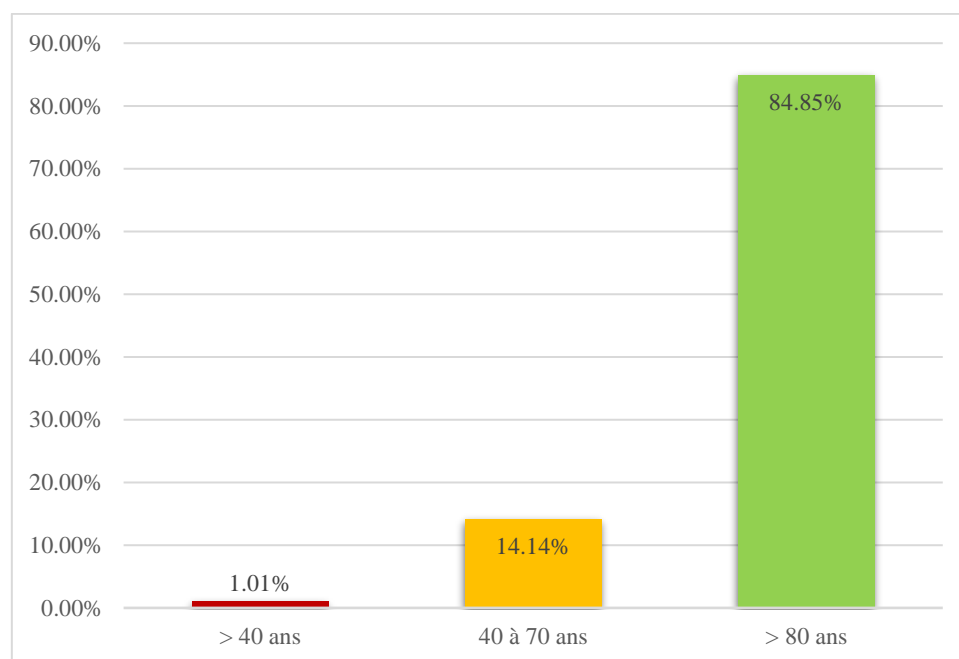
Le tableau (13), montre que la répartition du sous-bois ainsi que la fréquentation humaine sont moyennes tandis que le pâturage est abondant. Le du chêne-liège présente un aspect pur, il n'est pas mélangé avec d'autres essences et la concurrence est nulle. Concernant la régénération naturelle reste rare.

**Tableau 13 :** Principales caractéristiques sylvicoles de site Berouaga

Descripteurs	Notes
Sous-bois	Moyen
Régénération	Rare
Fréquentation humaine	Moyenne
Pâturage	Abondant
Concurrence avec d'autres essences	nulle

- **Site Bouzizi**

Le site Bouzizi est dominé par les arbres de la classe 3 (vieux) avec un taux de 84,85 %, tandis que 14,14 % sont des arbres adultes et les arbres jeunes ne représentent que 1,01 %.



**Figure 37 :** Répartition des arbres à Berouaga en fonction des classes d'âge

Le tableau (14) indique que le *Quercus suber* au niveau des placettes de Bouzizi présente un aspect dominant avec un sous-bois dense mais pénétrable. Le pâturage, la fréquentation humaine et la régénération naturelle sont faibles.

**Tableau 14** : Principales caractéristiques sylvicoles de site Bouzizi

Descripteurs	Notes
Sous-bois	Dense mais pénétrable
Régénération	Faible
Fréquentation humaine	Faible
Pâturage	Faible
Concurrence avec d'autres essences	Faible

### 3.1.2. Relevés dendrométriques et d'exploitation des arbres échantillons

#### 3.1.2.1. Les relevés dendrométriques

Les relevés dendrométriques indiquent que les circonférences moyennes des arbres sont moins importantes dans les stations de la forêt de Berouaga ( $100,00 \pm 5,04$  à  $154,84 \pm 7,08$  cm) que dans les stations prospectées dans la forêt de Bouzizi ( $131,13 \pm 6,68$  à  $172,19 \pm 11,02$  cm) (Tableau 15). Tandis que la hauteur totale des arbres varie entre  $6,56 \pm 0,30$  et  $9,17 \pm 0,23$  m au niveau de la forêt de Berouaga et de  $6,60 \pm 0,37$  à  $8,24 \pm 0,21$  m dans la forêt de Bouzizi (Tableau 15).

#### 3.1.2.2. Les relevés d'exploitation

Les relevés d'exploitation montrent que la hauteur d'écorçage varie entre  $152,24 \pm 5,16$  et  $186,00 \pm 5,69$  cm dans les six stations de Berouaga et de  $162,92 \pm 8,45$  à  $204,33 \pm 9,01$  cm dans les stations de Bouzizi (Tableau 15). Nous avons observés que l'épaisseur du liège est plus importante dans la forêt de Bouzizi ( $33,65 \pm 1,46$  à  $35,12 \pm 1,75$ ) (forêt moins fréquentée par l'être humain) comparativement à l'épaisseur du liège dans la forêt de Berouaga ( $28,63 \pm 1,06$  à  $33,41 \pm 1,21$  mm) (Tableau 15). Le coefficient d'écorçage qui est de  $1,14 \pm 0,34$  dans la station 4 de Bouzizi et atteint  $1,62 \pm 0,08$  dans 6<sup>ème</sup> station de Berouaga (Tableau 15) ; ce dernier ne dépasse pas la valeur de 2 ce qui indique que l'exploitation du liège dans cette région répond aux normes internationaux.

**Tableau 15** : Les relevés dendrométriques et d'exploitation au niveau des subéraies de Berouaga et Bouzizi

<b>Berouaga</b>					
	<b>Relevés dendrométriques</b>		<b>Relevés d'exploitation</b>		
<b>Stations</b>	<b>Circonférence (cm)</b>	<b>Hauteur totale (m)</b>	<b>hauteur d'écorçage (cm)</b>	<b>Epaisseur du liège (mm)</b>	<b>Coefficient d'écorçage</b>
<b>S1</b>	148,52 ± 5,86	8,48 ± 0,25	173,81 ± 4,74	28,63 ± 1,06	1,26 ± 0,05
<b>S2</b>	139,29 ± 6,88	6,79 ± 0,24	172,67 ± 7,09	29,92 ± 1,16	1,23 ± 0,07
<b>S3</b>	154,84 ± 7,08	7,60 ± 0,32	186,00 ± 5,69	28,76 ± 1,42	1,27 ± 0,05
<b>S4</b>	138,00 ± 6,56	9,17 ± 0,23	162,22 ± 6,19	33,41 ± 1,21	1,25 ± 0,05
<b>S5</b>	110,80 ± 5,84	7,18 ± 0,20	161,71 ± 5,76	32,23 ± 1,34	1,56 ± 0,08
<b>S6</b>	100,00 ± 5,04	6,56 ± 0,30	152,24 ± 5,16	29,44 ± 0,96	1,62 ± 0,08
<b>Bouzizi</b>					
	<b>Relevés dendrométriques</b>		<b>Relevés d'exploitation</b>		
<b>Stations</b>	<b>Circonférence (cm)</b>	<b>Hauteur totale (m)</b>	<b>hauteur d'écorçage (cm)</b>	<b>Epaisseur du liège (mm)</b>	<b>Coefficient d'écorçage</b>
<b>S1</b>	131,13 ± 6,68	7,95 ± 0,27	171,77 ± 6,89	33,65 ± 1,46	1,39 ± 0,40
<b>S2</b>	168,90 ± 8,40	7,05 ± 0,30	204,33 ± 9,01	34,10 ± 1,46	1,26 ± 0,36
<b>S3</b>	172,19 ± 11,02	6,60 ± 0,37	200,24 ± 11,17	34,67 ± 1,66	1,22 ± 0,33
<b>S4</b>	148,88 ± 8,34	8,24 ± 0,21	162,92 ± 8,45	35,12 ± 1,75	1,14 ± 0,34

### 3.1.3. Relevés sanitaires

#### 3.1.3.1. État de la cime

##### - Évaluation de la décoloration

En 2016, la majorité des arbres du site Berouaga présentent une coloration normale, une faible décoloration est enregistrée sur 12,45% des arbres échantillons.

En 2017, le feuillage de la plupart des sujets du site Bouzizi présentent une coloration normale avec un taux qui atteint 93,88% et seulement 6,12% enregistré pour les arbres présentant une faible décoloration.

Concernant le site de Berouaga, nous avons enregistré une diminution dans le taux de décoloration, sur 95,92% des arbres la coloration est normale avec un taux d'arbres présentant un feuillage faiblement décoloré de 7,5%.

Pour l'année 2018, les taux de décoloration ont considérablement augmenté dans les deux sites, une faible décoloration est observée sur 10,52 à 22,09% des arbres des deux sites étudiés, 3,49% des arbres de Berouaga et 5,27% de Bouzizi sont modérément décolorés (Tableau 16).

**Tableau 16 :** Évolution de la décoloration des arbres échantillons du chêne-liège dans les sites étudiés

		<b>C1 (%)</b>	<b>C2 (%)</b>	<b>C3 (%)</b>	<b>C4 (%)</b>
<b>Berouaga</b>	<b>2016</b>	86.45	12.45	1.10	0
	<b>2017</b>	95.92	4.08	0	0
	<b>2018</b>	74.42	22.09	3.49	0
<b>Bouzizi</b>	<b>2017</b>	93.88	6.12	0	0
	<b>2018</b>	84.21	10.52	5.27	0

#### - Évaluation de la défoliation

En 2016, 36,26% des arbres de Berouaga présentent une faible défoliation et seulement 1,47% sont modérément défoliés. En 2017, on a noté que 35,71% des arbres échantillons du site Bouzizi sont faiblement défoliés et 6,12% présentent une défoliation modérée. Pour le site de Berouaga on a enregistré presque les même taux de l'année précédente avec 62,24% des arbres sont non défoliés. En 2018, nous avons enregistré une augmentation des taux de défoliation par rapport aux deux années précédentes, le taux d'arbres non défoliés varie entre 51,16% et 55,26% (Tableau 17).

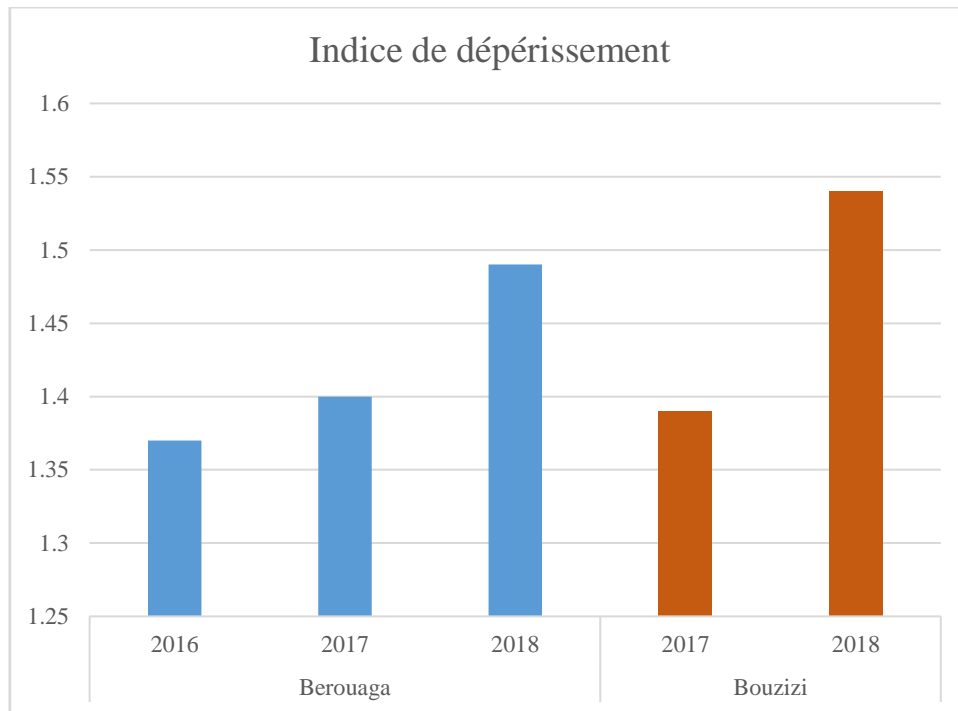
**Tableau 17 :** Évolution de la défoliation des arbres échantillons du chêne-liège dans les sites d'étude

		<b>C1 (%)</b>	<b>C2 (%)</b>	<b>C3 (%)</b>	<b>C4 (%)</b>
<b>Berouaga</b>	<b>2016</b>	62.27	36.26	1.47	0
	<b>2017</b>	62.24	35.71	2.04	0
	<b>2018</b>	51.16	45.34	3.48	0
<b>Bouzizi</b>	<b>2017</b>	61.22	35.71	6.12	0
	<b>2018</b>	55.26	36.84	7.90	0

### - Indice de dépérissement

Au niveau du site de Berouaga, l'indice de dépérissement passe de 1,37 en 2016 à 1,49 en 2018 montrant ainsi un état sain durant la période d'étude.

En 2017, l'indice de dépérissement calculé pour le site de Bouzizi est présente un état sain non dépérissant durant les deux années d'étude, en effet l'indice de dépérissement varie entre 1,39 et 1,54 (Figure 38).



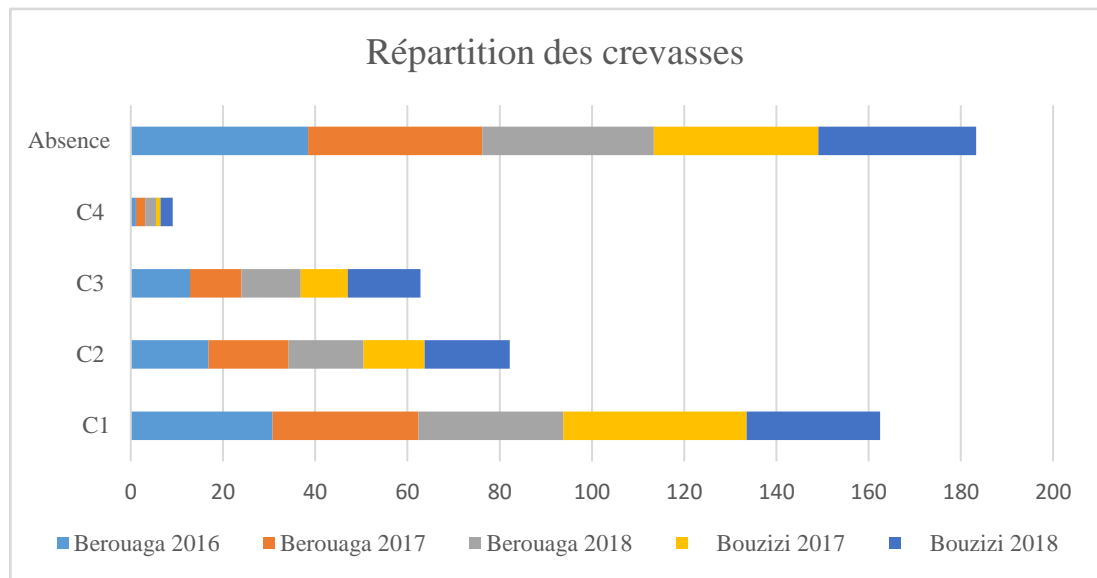
**Figure 38 :** Évolution de l'indice de dépérissement dans les deux stations

#### 3.1.3.2. État du tronc et de l'écorce

En 2016, 30,77% des arbres de Berouaga sont faiblement crevassés, 16,85% des arbres présentent des crevasses moyennes et environ 14% des troncs sont fortement crevassés.

En 2017, on a noté que plus de 64% des troncs du site Bouzizi sont crevassés, dont 11,22% présente de fortes crevasses. Pour le site de Berouaga on a enregistré presque les même taux de l'année précédente avec 63,25% des arbres sont crevassés.

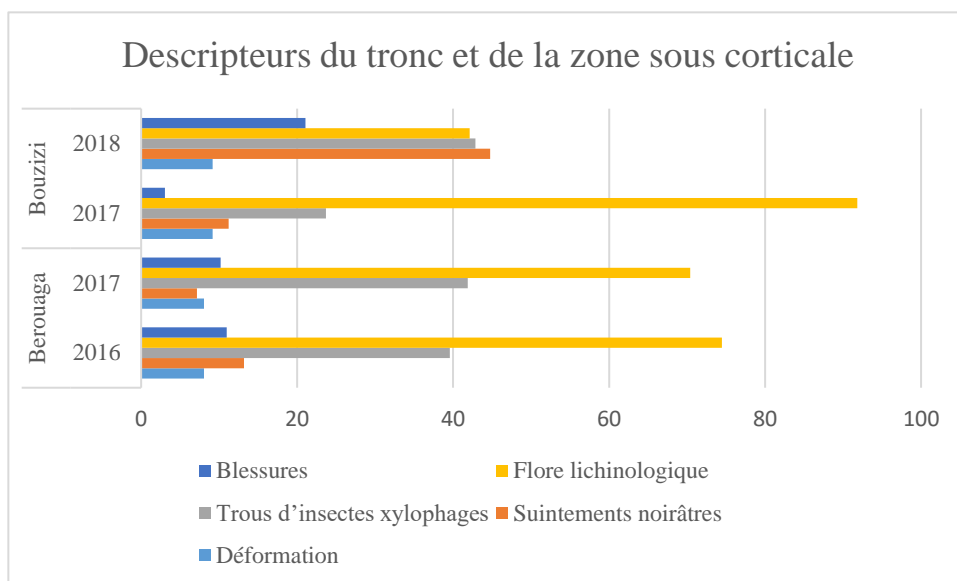
En 2018, nous avons enregistré une légère augmentation des taux de crevasses par rapport aux deux années précédentes, le taux d'arbres non crevassés au niveau des deux sites d'études varie entre 34,21% et 37,20% (Figure 39).



**Figure 39 :** Répartition des crevasses dans les sites d'étude

Au niveau du site Berouaga, la flore lichino-logique est présente sur la majorité des arbres, leur présence a été observée sur 74,46% des arbres en 2016 et 70,41% en 2017. Les suintements noirâtres ne sont observés que sur 13,19% des arbres en 2016 et ce taux diminue jusqu'à 7,14% en 2017. Les trous d'insectes xylophages augmentent durant les deux années d'étude et qui ont été observés sur 39,56% des arbres en 2016 et ont atteint 41,86% en 2017. L'action de l'homme se limite aux blessures de démasclage avec un taux de 10,99% qui a été enregistré en 2016 et 10,20 en 2017. 8,06% des arbres présentent des déformations et ce taux a resté stable durant la période d'étude (Figure 40).

A Bouzizi, la flore lichino-logique a été observée sur 91,84% des arbres échantillons en 2017, leur présence est restreinte et diminue à 42,11 % en 2018. Le taux des suintements noirâtres, des blessures et des trous d'insectes xylophages sont augmentés considérablement durant la période d'étude, nous avons enregistré 11,22% des arbres présentant des suintements noirâtres en 2017 et 44,74% en 2018. Pour les trous d'insectes xylophages leur taux de présence passe de 23,69% en 2017 jusqu'à 42,86% en 2018. Les blessures ont été observées sur 3,06% des arbres en 2017 et ont atteint 21,05% en 2018. Les déformations ont été notées sur 9,18% des troncs des arbres en 2017, le même taux a été enregistré pour l'année qui se suit (Figure 40).



**Figure 40 :** Descripteurs de l'état sanitaire du tronc et de la zone sous corticale des arbres échantillons des 2 sites durant les années d'étude

L'analyse multi-variée par le modèle linéaire général montre que la localisation des sites influence significativement le phénomène de dépérissement des chênes-lièges dans la région de Seraïdi (trace de Pillai : Fobs = 9. 539, p : 0.000\*\*\* ; Lambda de Wilks : Fobs = 41.546, p : 0.000\*\*\* ; Trace de Hotelling : Fobs = 631.630, p : 0.000\*\*\* et la plus grande racine de Roy : Fobs = 5505,411, p : 0,000\*\*\*) (tableau 18).

**Tableau 18 :** Effets des sites de localisation dans les phénomènes de dépérissement

	Effet	Value	F	Hypothesis DF	DF error	Sig.
Sites	Trace de Pillai	3.211	9.539	135.000	2322.000	0.000***
	Lambda de Wilks	0.000	41.546	135.000	1960.299	0.000***
	Trace de Hotelling	343.523	631.630	135.000	2234.000	0.000***
	Plus grande racine de Roy	320.082	5505.411 <sup>c</sup>	15.000	258.000	0.000***



**Figure 41 : Crevasse (Originale)**



**Figure 42 : Suintement noirâtre (Originale)**



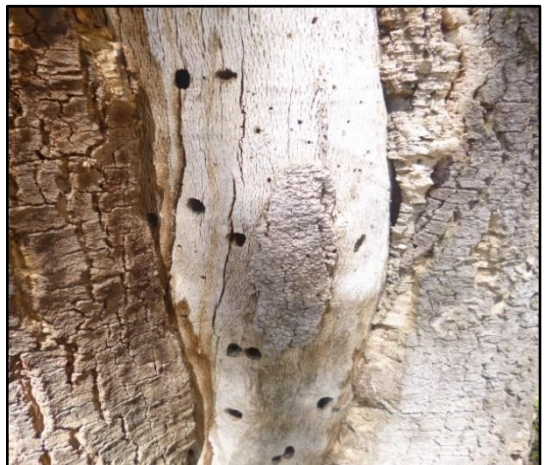
**Figure 43 : Blessure (Originale)**



**Figure 44 : Flore lichénologique (Originale)**



**Figure 45 : Déformation (Originale)**



**Figure 46 : Trous d'insecte xylophage (Originale)**

Les effets inter-sujets dans l'analyse du modèle linéaire général montrent que la localisation des sites d'étude a un effet significatif sur la plupart des paramètres mesurés dans cette étude à l'exception de la défoliation (Fobs = 1,895, p : 0,053), de la présence de crevasses (Fobs = 1,172, p : 0,313), de suintements noirâtres (Fobs = 1,023, p : 0,421) et de blessures (Fobs = 1,581, p : 0.121) (Tableau 19).

**Tableau 19 :** Effets des sites de localisation dans les paramètres des phénomènes de déclin

Source	Type III sum of squares	DF	medium square	F	Sig.
Circonférence	163651,595	9	18183,511	10,747	<b>0,000***</b>
Hauteur totale	907,279	9	100,809	2,670	<b>0,006**</b>
Hauteur d'écorçage	155280,953	9	17253,439	9,864	<b>0,000***</b>
Epaisseur du liège	4188,014	9	465,335	8,258	<b>0,000***</b>
Coefficient d'écorçage	10,896	9	1,211	6,586	<b>0,000***</b>
<b>Sites</b> Défoliation	4,589	9	0,510	1,895	<b>0,053</b>
Décoloration	7,887	9	0,876	7,169	<b>0,000***</b>
Présence de crevasses	12,014	9	1,335	1,172	<b>0,313</b>
Déformation	1,593	9	0,177	2,399	<b>0,013*</b>
Trous d'insectes xylophages	5,112	9	0,568	2,486	<b>0,010*</b>
Suintement noir	1,054	9	0,117	1,023	<b>0,421</b>
Flore lichinologique	24,308	9	2,701	27,644	<b>0,000***</b>
Blessures	1,326	9	0,147	1,581	<b>0,121</b>

### 3.1.4. Inventaire floristique

#### - Site Berouaga

Le tableau 20 enregistre la disposition verticale et horizontale de la végétation accompagnatrice du chêne-liège dans le site de Berouaga. La strate arborescente a un taux de recouvrement de 20 à 25 % et ne renferme que du *Quercus suber*. La strate arbustive (6-7m) est également composée d'une essence principale (*Quercus suber*) et occupe 2 à 10% de la superficie des placettes d'étude (Tableau 20).

Pour la strate sous arbustive haute, elle est constituée de chêne-liège accompagnée par trois espèces ; cytise à trois fleurs), ronce à feuilles d'ormeau et bruyère arborescente avec un pourcentage de recouvrement allant de 1 à 15% (Tableau 20). Alors que c'est dans la strate qui se suit (sous arbustive basse) qu'on trouve en plus que ceux présents au niveau des strates précédentes : le daphné garou (1%), la fougère-aigle (15%), ciste à feuille de sauge (2%) et calicotome épineux (5%), Le chêne-liège de cette strate est issu de la régénération naturelle et recouvre 1 % de la surface des placettes étudiées (Tableau 20).

**Tableau 20** : Les taux de recouvrement des espèces et des strates en horizontal et vertical dans les placettes étudiées à Berouaga

Strate / espèce	taux de recouvrement
<b>Arborescente (&gt;7m)</b>	
- <i>Quercus suber</i>	2
<b>Arbustive (6-7m)</b>	
- <i>Quercus suber</i>	1
<b>Sous arbustive haute (2-5m)</b>	
- <i>Quercus suber</i>	1
- <i>Cytisus triflorus</i>	1
- <i>Rubus ulmifolius Schott</i>	1
- <i>Erica arborea</i>	2
<b>Sous arbustive basse (&lt;2m)</b>	
- <i>Quercus suber</i>	1
- <i>Erica arborea</i>	2
- <i>Rubus ulmifolius Schott</i>	1
- <i>Pteridium aquilinum</i>	2
- <i>Cytisus triflorus</i>	2
- <i>Daphne gnidium</i>	1
- <i>Calicotome spinosa</i>	1
- <i>Cistus salviifolius</i>	1

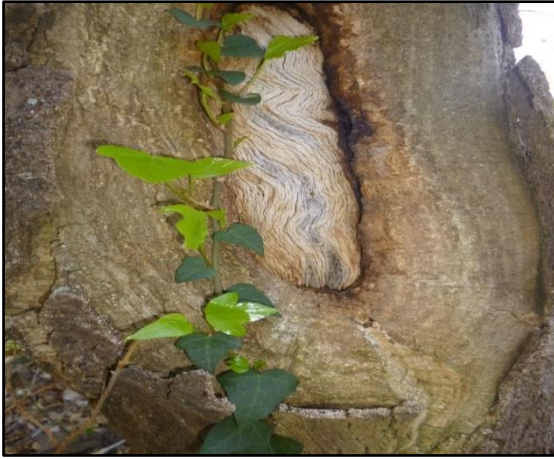
- **Site Bouzizi**

Le tableau 21 montre que la strate arborescente du site de Bouzizi couvre une superficie de 15% et est constitué de chêne liège.

La strate arbustive (5 à 6 mètres) est également constituée par le chêne liège avec un pourcentage de recouvrement de 10%. (Tableau 21). La strate sous arbustive haute contient le chêne-liège accompagné par le pin maritime avec 1% de taux de recouvrement pour les deux essences (Tableau 21). La strate sous arbustive basse renferme en plus de ce qu'on a trouvé dans les étages précédents : Bruyère arborescente (40%), ronce à feuilles d'ormeau (5%), le calicotome épineux (2%) cytise à trois fleurs (2%), arbousier (1%) asphodèle (1%), salsepareille (1%) et la fougère-aigle (1%), (Tableau 21). Le chêne-liège et le pin maritime de cette strate sont issus de la régénération naturelle et recouvrent 1 % de la surface des placettes étudiées pour chacun (Tableau 21).

**Tableau 21** : Les taux de recouvrement des espèces et des strates en horizontal et vertical dans les placettes étudiées à Bouzizi

Strate / espèce	taux de recouvrement
<b>Arborescente (&gt;7m)</b>	
- <i>Quercus suber</i>	2
<b>Arbustive (6-7m)</b>	
- <i>Quercus suber</i>	1
<b>Sous arbustive haute (2-5m)</b>	
- <i>Quercus suber</i>	1
- <i>Pinus pinaster</i>	1
<b>Sous arbustive basse (&lt;2m)</b>	
- <i>Quercus suber</i>	1
- <i>Erica arborea</i>	3
- <i>Rubus ulmifolius Schott</i>	1
- <i>Pteridium aquilinum</i>	1
- <i>Cytisus triflorus</i>	1
- <i>Calicotome spinosa</i>	1
- <i>Pinus pinaster</i>	1
- <i>Asphodelus microcarpus</i>	1
- <i>Arbutus unedo</i>	1
- <i>Smilax aspera</i>	1



**Figure 47** : Salsepareille (originale)



**Figure 48** : Bruyère arborescente (originale)



**Figure 49** : Régénération naturelle (originale)



**Figure 50** : Asphodèle (originale)



**Figure 51** : Ronce à feuilles  
d'ormeau (originale)



**Figure 52** : Daphné garou (originale)

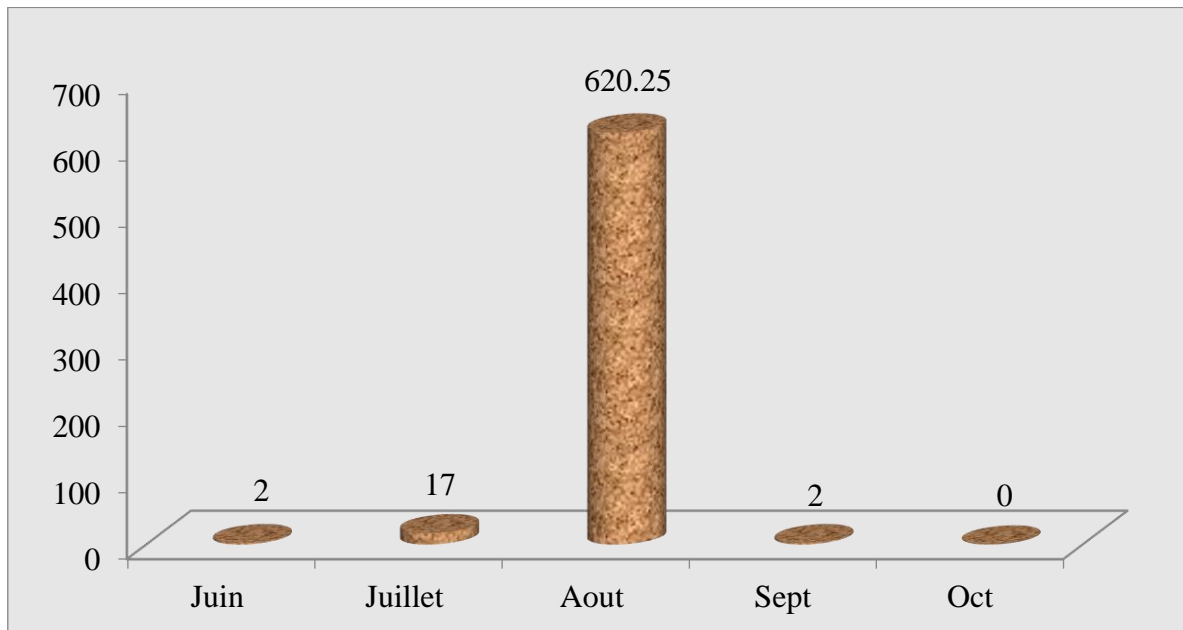
### 3.2. Les subéraies incendiées

#### 3.2.1. Etude d'impact du feu de l'été 2012 sur les subéraies de la région d'Annaba

##### Collecte des données

L'été 2012 a été marqué par une catastrophe écologique, économique et sociale pour les subéraies algériennes en raison des incendies de forêts qui ont détruit environ 16250 ha dans 18 régions subéricoles, y compris Annaba. Nous avons mené une enquête sur les caractéristiques de l'incendie dans la région d'Annaba deux années après le sinistre.

La superficie totale des subéraies brûlées par le feu de l'été 2012 dans la région d'Annaba a atteint 641 ha ce qui représente près de 20 % du peuplement de la wilaya. La majorité de cette surface incendiée s'est produite en mois d'août avec un taux de 97% ce qui le caractérise comme le mois le plus désastreux pour les subéraies d'Annaba (figure 53). Le reste de la superficie ravagée par le feu est enregistrée en juillet.



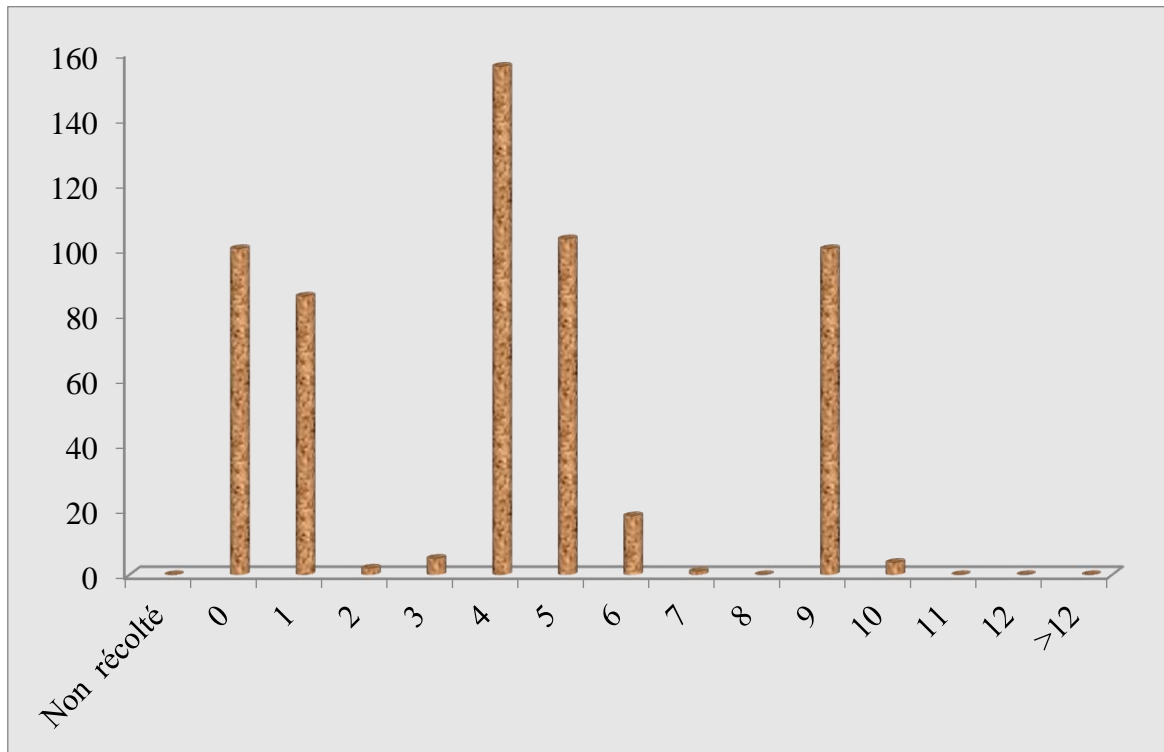
**Figure 53 :** Répartition mensuelle des superficies incendiées de chêne liège dans la région d'Annaba entre juin et octobre 2012 (surface : 641 ha)

##### - La surface brûlée selon l'âge du liège

Sur le plan âge du liège, le feu a affecté les arbres recouverts du liège de différentes épaisseurs selon le moment du passage du feu et la dernière date de récolte du liège. Cet âge varie de quelques semaines (0 an) à 10 ans mais les lièges brûlés les plus fréquents ont un âge de 4 à 5 ans (c'est-à-dire exploités en 2007-2008).

La superficie de cette catégorie d'âge est de 250 ha ce qui représente un taux de 38% (figure 54).

Nous enregistrons aussi une superficie importante de près de 180 ha dont les arbres sont recouverts de la mère seulement car ils ont été écorcés en 2011-2012 avec un taux de mortalité qui ne dépasse pas les 5% et une estimation du taux de reprise végétative qui atteint plus de 90% des arbres évalué en printemps 2013.



**Figure 54 :** Répartition de la surface brûlée selon l'âge du liège dans la région d'Annaba (surface : 641 ha)

Suite à cet incendie catastrophique dans la région d'Annaba, un programme de travaux sylvicoles d'urgence (TSU) a été lancé en printemps 2014 (soit près de 2 ans après le feu) dans ces forêts sur une surface de l'ordre de 850 ha. Mais les travaux de coupes des subéraies brûlées par recépage qui assurent en partie leur récupération ne sont pas malheureusement réalisés.

Cette enquête a été complétée par un travail de terrain qui consiste à évaluer les dommages causés par le feu. Pour cela, un dispositif d'évaluation a été mis en place.

### 3.2.1. Relevés dendrométriques et d'exploitations des arbres brûlés

#### 3.2.1.1 Relevés dendrométriques

##### 3.2.1.1.1. La circonférence

###### - Site El Fahama

**Tableau 22 :** Données statistiques des mesures de circonférence des arbres d'El Fahama

Classes de Circonférence (cm)	< 70	71 – 109	> 110
% Effectif	27,28	58,18	14,54
Valeurs extrêmes (cm)	29 - 173		
Moyenne (cm)	84,79		
Ecart-type de la moyenne	28,42		

La circonférence moyenne des arbres du site d'étude d'El Fahama est estimée à  $84,79 \pm 28,42$  cm allant de 29 cm minimum à 173 cm maximum.

###### - Site Ain Attaoua

Les arbres échantillonnés du site Ain Attaoua ont une circonférence moyenne de  $87,01 \pm 35,06$  cm, selon les mesures effectuées. Le plus petit est de 41 cm et le plus grand est de 220 cm.

**Tableau 23 :** Données statistiques des mesures de circonférence des arbres d'Ain Attaoua

Classes de Circonférence (cm)	< 70	72 – 109	> 110
% Effectif	33,33	42,42	24,25
Valeurs extrêmes (cm)	41 - 220		
Moyenne (cm)	87,01		
Ecart-type de la moyenne	35,06		

### 3.2.1.1.2. Hauteurs des arbres

#### - Site El Fahama

Le site El Fahama possède des sujets avec une hauteur moyenne de  $6,23 \pm 1,23$  m, avec un minimum de 2,5 m et un maximum de 9,5 m.

**Tableau 24** : Données statistiques des mesures de la hauteur des arbres d'El Fahama

Classes de Hauteur (m)	< 6	6 - 8	> 8
% Effectif	27,27	70,91	1,82
Valeurs extrêmes (cm)	2,5 – 9,5		
Moyenne (m)	6,23		
Ecart-type de la moyenne	1,23		

#### - Site Ain Attaoua

Les arbres du site Ain Attaoua ont une hauteur moyenne de  $4,10 \pm 1,22$  m ; allant de 2 jusqu'à 7 m.

**Tableau 25** : Données statistiques des mesures de la hauteur des arbres d'Ain Attaoua

Classes de Hauteur (m)	< 6	6 - 8	> 8
% Effectif	89,39	10,61	00
Valeurs extrêmes (cm)	2 – 7		
Moyenne (m)	4,10		
Ecart-type de la moyenne	1,22		

### 3.2.1.2. Relevés d'exploitation

Pour le site d'Ain Attaoua, la hauteur d'écorçage moyenne est de  $178,76 \pm 35,39$  cm, avec une valeur minimale de 105 cm et une valeur maximale de 230 cm, ce qui donne un coefficient d'écorçage moyen de  $1,59 \pm 0,47$ . L'épaisseur du liège moyen est de  $29,42 \pm 10,33$  avec une valeur minimale de 14 mm et maximale de 53mm.

**Tableau 26 :** Relevés d'exploitation des arbres échantillonnés du site Ain Attaoua

	Hauteur d'écorçage (cm)	Epaisseur du liège (mm)	Coefficient d'écorçage
<b>Site Ain Attaoua</b>	178,76 ± 35,39 105 - 230	29,42± 10,33 14 - 53	1,59± 0,47

Au niveau du site d'El Fahama, l'épaisseur du liège moyen est de 28,56± 6,94mm, avec une valeur minimale de 15mm et maximale de 41mm.

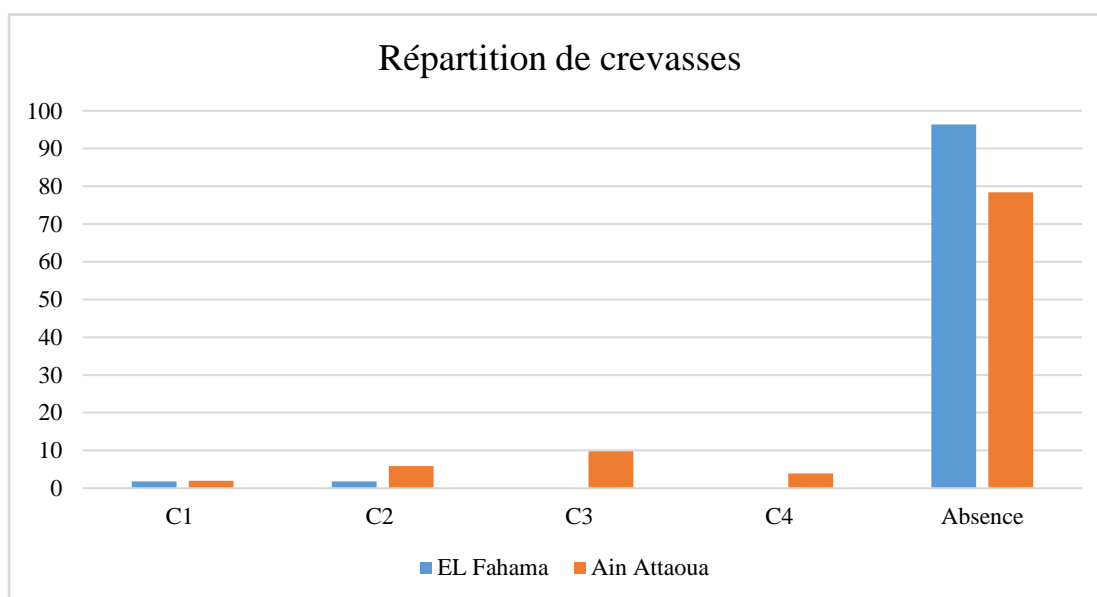
**Tableau 27 :** Epaisseur du liège (mm) des arbres échantillonnés du site El Fahama

	Epaisseur du liège (mm)	Valeurs extrêmes (mm)
<b>Site El Fahama</b>	28,56± 6,94	15 - 41

### 3.2.2 Etat du tronc

#### - Présence de crevasses :

Les arbres du site El Fahama, présentent au niveau du tronc 3,64 % de crevasses réparties en deux classes ; 1,82% sont faiblement crevassée et le même taux pour la classe moyennement crevassée. 78,44% des troncs des arbres du site Ain Attaoua sont sains et 21,56% présentent de crevasses (1,96% sont faiblement crevassés, 5,88 moyennement crevassés et 13,72 sont fortement crevassés) (Figure 55).

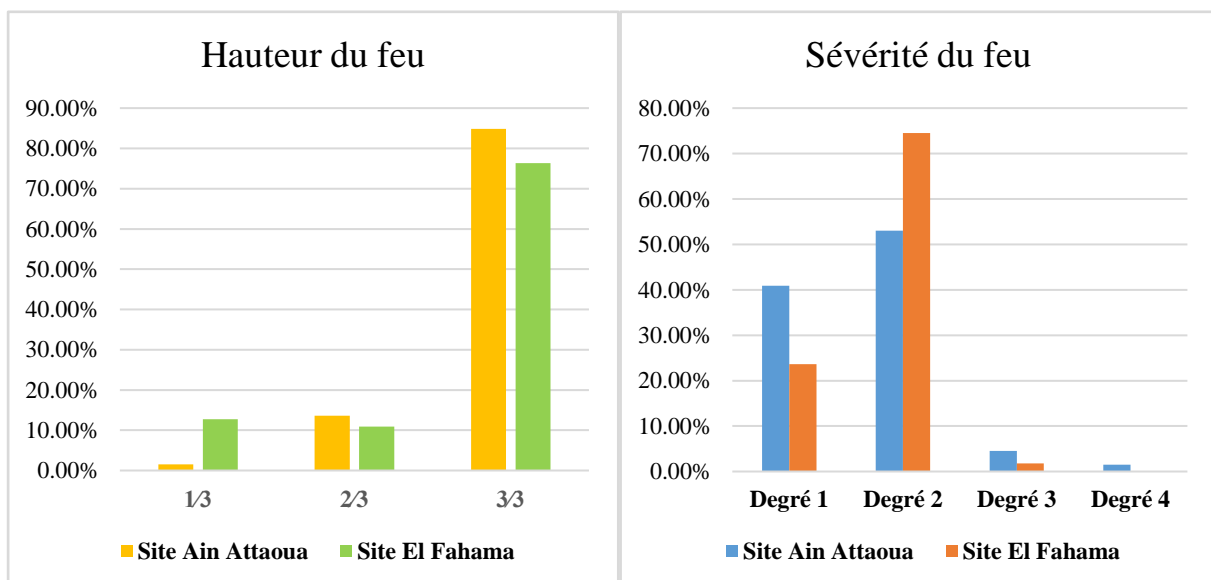


**Figure 55 :** Répartition de crevasses des deux sites d'étude El Fahama et Ain Attaoua

### 3.2.3. La sévérité du feu

Le feu, ayant parcouru le site d'Ain Attaoua, est considéré comme violent pour les arbres étudiés. La plupart d'entre eux (84.85%) ont été calcinés sur toute la hauteur (figure 56), 40,91% des sujets brûlés appartiennent au degré 1, environ 53,03% présentent le degré 2, un taux de 4,54% des arbres n'ont conservé que leur architecture avec une présence des branches et quelques branchettes (degré 3) avec 1,51% leurs troncs sont fortement brûlés sur toutes leurs surfaces, avec éclatement du liège (degré 4) (figure 56).

Le feu est également considéré comme violent pour les arbres échantillons sur le site d'El Fahama. La majorité d'entre eux (76,36%) ont été calcinés sur toute la hauteur (figure 56), 23,64 % des arbres appartiennent au degré 1, un taux de 74,55% présentent le degré 2, seulement 1,81% des arbres appartiennent au degré 3 et une absence totale des sujets brûlés qui présentent le degré 4 (figure 56).



**Figure 56 :** Hauteur du feu au niveau des arbres de deux sites d'études (à gauche) et le degré de brûlure des arbres échantillons (à droite) ; ont été pris 06 mois après incendié.



**Figure 57 :** Site El Fahama après 06 mois du passage de feu (Originale)



**Figure 58 :** Site El Fahama après 12 mois du passage de feu (Originale)



**Figure 59 :** Subéraie El Fahama après 18 mois de passage du feu (Originale)



**Figure 60** : Ain Attaoua après 01 mois du passage du feu (Originale)



**Figure 61** : Ain Attaoua après 03 mois du passage du feu (Originale)



**Figure 62** : Ain Attaoua après 18 mois du passage du feu (Originale)

### 3.2.4. Modalités et importance de reprise végétative des arbres après feu

Au site El Fahama, Les résultats de régénération après six mois du passage du feu montrent que 93,33% des arbres ont repris leur activité physiologique, tandis que le taux de mortalité est seulement 7,27%. 18 mois après le sinistre, la moitié des arbres (58.18%) ont reconstitué leur houppier (plus de 50 % de la densité foliaire).

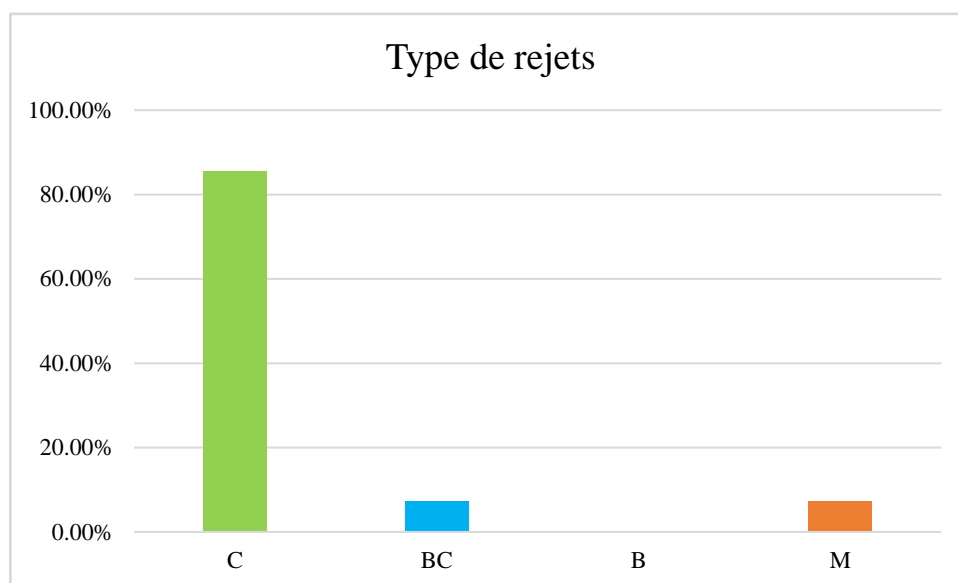
30 mois après l'incendie, une troisième évaluation de la régénération et du type de rejet des arbres initialement échantillonnés a été effectuée. On a noté que 45,45 % des arbres ont reconstitué de 55 à 75 % de leur houppier et que 27,28 % des arbres ont formé une couronne dense (plus de 75 %) (Tableau 28).

**Tableau 28** : La reprise végétative au niveau du site El Fahama après 06,18 et 30 mois du passage du feu

		C1	C2	C3	C4	C5
<b>El Fahama</b>	<b>06 mois après</b>	1,82	9,09	26,09	49,09	3,64
	<b>18 mois après</b>	0	1,82	32,73	50,91	7,27
	<b>30 mois après</b>	0	3,64	16,36	45,45	27,28

Durant la même période (30 mois après), nous avons remarqué que 85,46 % des arbres avaient des rejets vigoureux de la couronne. Ils avaient une hauteur maximale moyenne de la régénération de la couronne de  $7,1 \pm 3,62$  m, une hauteur minimale moyenne de  $2,24 \pm 1,44$  m, un volume moyen de couronne verte de  $68,45 \pm 23,54$  %, un volume moyen de couronne sans feuilles de  $27,27 \pm 23,38$  % et un volume moyen de couronne sèche de  $4,14 \pm 6,80$  %.

Des rejets qui partent simultanément de la couronne et de la base ont également été enregistrés sur 7,27% des arbres avec un nombre moyen de rejets de base de  $2,25 \pm 1,89$  et une hauteur maximale moyenne de  $37,25 \pm 14,84$  cm (Figure 63).



**Figure 63 :** Réponses post-incendie de *Q. suber* au niveau du site El Fahama.

Réponses observées des arbres après l'incendie (M - mort, B - rejet basal uniquement, BC - rejet basal et cime, C - rejet cime uniquement)

Pour le site d'Ain Attaoua, Les résultats de régénération après 06 mois du passage du feu montrent que 77,28% des arbres ont repris leur activité physiologique, avec un taux de mortalité important qui est de l'ordre de 22,72%.

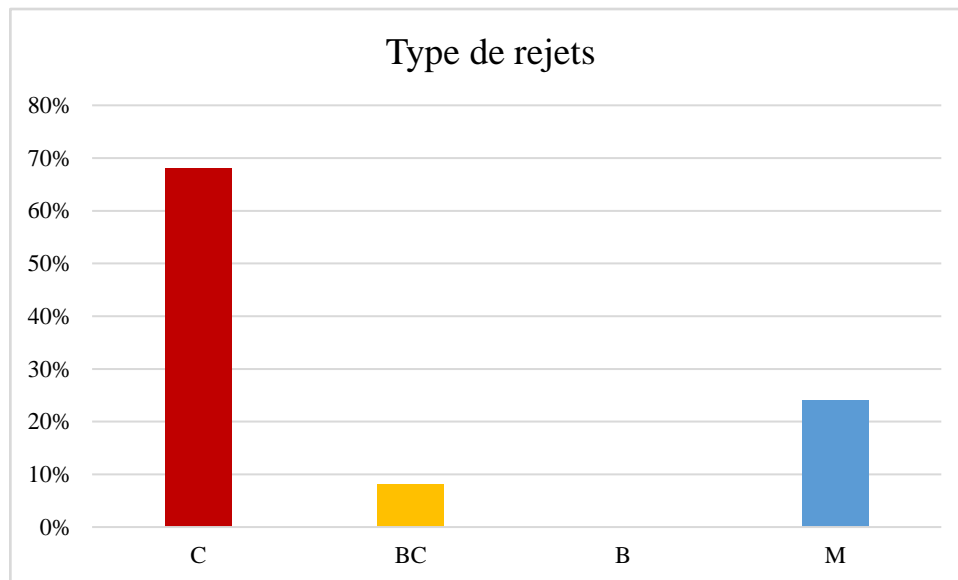
Une seconde évaluation de la régénération et du type de rejet des arbres initialement étudiés a été réalisée 18 mois après l'incendie. On a noté que 35,93 % des arbres ont reconstitué de 55 à 75 % de leur houppier et que 17,98% des arbres ont formé une couronne dense (plus de 75 %) (Tableau 29).

**Tableau 29 :** La reprise végétative au niveau du site Ain Attaoua après 06 et 18 mois du passage du feu

		C1	C2	C3	C4	C5
Ain Attaoua	06 mois après	25,76	34,85	10,61	6,06	0
	18 mois après	1,93	2,07	18,09	35,93	17,98

Pendant la même durée (18 mois après), nous avons observé des rejets qui partent vigoureusement de la couronne chez 68% des arbres avec une hauteur maximale moyenne de la régénération de la couronne de  $5,59 \pm 3,41$  m, une hauteur minimale moyenne de  $2,83 \pm 1,91$  m, un volume moyen de la couronne verte de  $51,62 \pm 29,32$  %, un volume moyen de couronne sans feuilles de  $43 \pm 31,60$  % et en fin un volume de la couronne sèche de  $5,58 \pm 0,88$  %.

On a enregistré aussi, des rejets qui partent en même temps, de la couronne et à la base avec un taux de 8%, un nombre moyen de rejets de base de  $5,75 \pm 4,11$ , une hauteur maximale moyenne de  $31,71 \pm 4,78$  cm et une hauteur modale moyenne de  $14 \pm 3,60$  cm (Figure 64).



**Figure 64 :** Réponses post-incendie de *Q. suber* au niveau du site Ain Attaoua. Réponses observées des arbres après l'incendie (M - mort, B - rejet basal uniquement, BC - rejet basal et cime, C - rejet cime uniquement)



**Figure 65 :** Reprise végétative des arbres brûlés à Ain Attaoua (à gauche ; après 03 mois et à droite ; après 18 mois) de passage du feu (Originale)



**Figure 66 :** Reprise végétative des arbres brûlés à El Fahama (à gauche après 06 mois) et (à droite après 18 mois) de passage du feu (Originale)



**Figure 67 :** Arbres morts après l'incendie (à gauche ; El Fahama) et (à droite ; Ain Attaoua (Originale)



**Figure 68 :** Rejets de la couronne après l'incendie : 12 mois après le feu (à gauche ; site El Fahama) et environ 18 mois après le feu (à droite ; site Ain Attaoua) (Originale)



**Figure 69:** Rejets de base après un incendie : 12 mois après le feu (à gauche ; site El Fahama) et environ 18 mois après le feu (à droite ; site Ain Attaoua) (Originale)



**Figure 70 :** Régénérations à partir des bourgeons dormants (épicormiques) au niveau du site Ain Attaoua (à gauche ; 03 mois après passage du feu) et (à droite ; 18 mois après) (Originale)



**Figure 71** : Régénérations épïcormiques (repousse à partir d'un bourgeon dormant) au niveau du site El Fahama (à gauche ; 12 mois après passage du feu) et (à droite ; 30 mois après passage du feu) (Originale)



**Figure 72** : Rejets de la couronne séchés au niveau du site El Fahama après 12 mois du passage du feu (Originale)



**Figure 73 :** Régénération séché au niveau du site Ain Attaoua 18 mois après le feu (à gauche ; rejet de base séché) et (à droite ; mortalité différée) (Originale)

Les résultats des régressions logistiques binaires sont résumés dans le tableau 30. Parmi les variables ayant une incidence significative sur la bonne régénération de la couronne, la plus importante est la hauteur total de l'arbre (plus la hauteur total de l'arbre est élevée, plus la probabilité d'une bonne régénération de la couronne est élevé; Coeff = 0,962 et p : 0,000\*\*\*) (Tableau 30).

Les arbres ayant une hauteur de démasclage faible a également montré une grande probabilité d'avoir une bonne régénération du houppier (Coeff = -0,015 et p : 0,011\*) (Tableau 30). De plus, la régénération des couronnes a été influencée par deux variables, la première positivement et la seconde négativement; l'épaisseur du liège et la hauteur minimale de carbonisation.

**Tableau 30:** Résultats de régression logistique binaire pour évaluer l'effet de chaque variable sur la bonne régénération de la cime après incendie

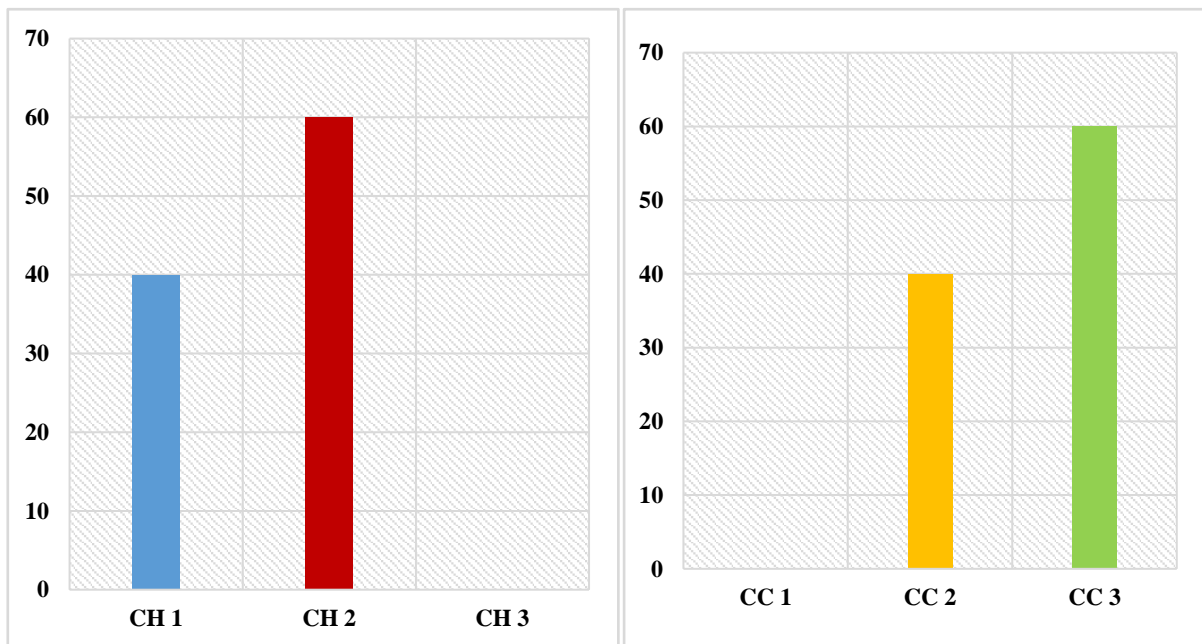
Variable	Coefficient	X <sup>2</sup>	df	Sig.
Hauteur total	0,962	39,230	1	0,000***
Hauteur de démasclage	-0,015	13,568	1	0,011*
Epaisseur du liège	0,064	11,364	1	0,001**
Hauteur minimale de carbonisation	-1,215	6,275	1	0,012*
Présence de crevasses	-2,016	6,115	1	0,056
Sévérité du feu	<b>Cat</b>	3,869	3	1,000
Circonférence	0,010	2,614	1	0,109

**Cat:** Variable catégorielle

### 3.2.5. Caractéristiques du taux d'attaque des arbres

Parmi les 121 chênes lièges brûlés au niveau des deux sites d'études, 79,34 % était non exploitée (100% des arbres du site El Fahama sont vierges et 37,88% des arbres du site Ain Attaoua sont exploités). On a noté que seul le site d'Ain Attaoua qui présente des attaques de *Platypus cylindrus* et même des attaques de cérambycidés par apport au site vierge d'El Fahama qui n'a été pas touché.

18 mois après passage du feu, des trous d'attaques par le *P. cylindrus*, indiquant une sélection d'arbres par ces insectes. La distribution des arbres affectés selon leurs hauteur, révèle que les sujets de 6 à 8 m et de même, les arbres de la classe 3 (> 80 ans, Ø > 110 cm) sont les plus attaqués ; représentant chacune 60% des arbres attaqués d'Ain Attaoua. L'insecte montre ainsi ses préférences pour les vieux arbres (Figure 74).



**Figure 74 :** Pourcentage des arbres attaqués par *Platypus cylindrus* selon ; classes hauteur (CH1-CH3) à gauche et classes circonférence (CC1-CC3) à droite

La présence de *P. cylindrus* a été enregistrée dans 10 % des chênes lièges échantillonnés, mais les attaques sont concentrées à 100% sur les arbres démasclés (20 % des arbres exploités sont attaqués), tandis que les chênes non démasclés ne sont pas touchés. Le nombre moyen de trous dans les troncs en dessous de 1 m des arbres attaqués est de  $3,40 \pm 1,51$  trou. Parmi les arbres attaqués, la totalité des trous présentaient dans le liège exploité et 60% au niveau des troncs crevassés.

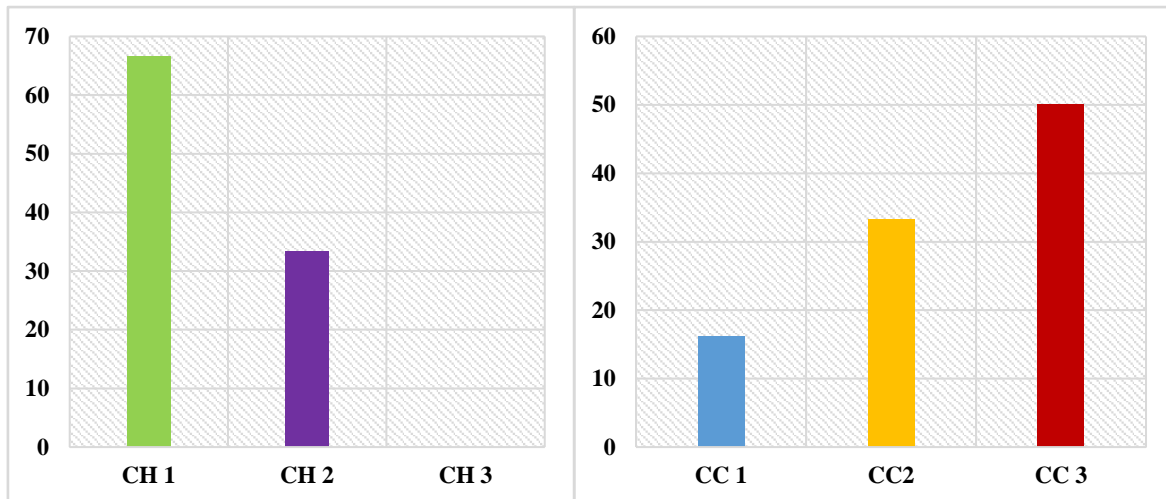
Les trous étaient principalement situés dans la partie inférieure du tronc, avec 80 % des arbres ayant des trous inférieurs à 1 m de haut et 20 % ayant des trous supérieurs à 1 m. L'emplacement des trous était dans les quadrants nord, sud, ouest et sud-est. On a observé aussi que 22,22% des arbres affectés présentent une double attaque à la fois par les *Platypus cylindrus* et même par les cérambycides.



**Figure 75 :** Signe de la présence de *Platypus cylindrus* sur le tronc : sciure de bois jaune orangé sortant des trous d'entrée à Ain Attaoua après 18 mois de passage du feu (Originale)

Seulement 12% des arbres brûlés présentaient des trous de cérambycides. Ces arbres situaient tous à Ain Attaoua. La distribution des arbres affectés selon leur hauteur, révèle que les arbres de moins de 6m sont les plus attaqués. Ils représentent 66.67% du peuplement. De même, les arbres de la classe 3 (> 80 ans, Ø > 110 cm) sont préférés par l'insecte avec un taux d'attaque de 50% des arbres affectés (Figure 76).

Parmi les arbres attaqués, 66,66% présentaient des trous dans le liège exploité, 33,34% dans le liège non exploité et 33,33% au niveau des troncs crevassés. Il y avait une présence plus élevée de trous dans le quadrant ouest du tronc par rapport aux quadrants nord, est et sud.



**Figure 76 :** Pourcentage des arbres attaqués par cérambycids selon ; classes hauteur (CH1-CH3) à gauche et classes circonférence (CC1-CC3) à droite

### 3.2.6. Inventaire floristique

#### - Site El Fahama après 18 mois du passage de feu

Le chêne liège dans le site El Fahama est accompagné par un sous-bois riche en plantes composé de plusieurs espèces appartenant à des familles différentes nous citons : cytise à 3 fleurs (*Cytisus triflorus*), Calycotome épineux (*Calicotom spinosa*), la fougère aigle (*Pteridium acquilinum*), la bruyère arborescente (*Erica arborea*), le daphné garou (*Daphne gnidium*), ronce à feuilles d'orme (*Rubus ulmifolius Schott*), l'arbousier (*Arbutus unedo*), ciste Montpellier (*Cistus monspeliensis*), ciste à feuille de sauge (*Cistus salviifolius*), pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus*), le myrte (*Myrtus communis*) et salsepareille (*Smilax aspera L.*).

#### Site Ain Attaoua après 18 mois après passage de feu

Le sous-bois présent dans le site Ain Attaoua se compose essentiellement des espèces suivantes : la filaire à feuille étroite (*Phillyrea angustifolia*), ampéloidesme de Mauritanie (*Ampelodesmos mauritanicus*), ciste à feuille de sauge (*Cistus salviifolius*), pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus*), le myrte (*Myrtus communis*), l'arbousier (*Arbutus unedo*) et la bruyère arborescente (*Erica arborea*).



**Figure 77** : Drageons de chêne-liège émis suite à l'incendie (Originale)



**Figure 78** : Ciste à feuille de sauge (Originale)



**Figure 79** : Diss (Originale)



**Figure 80** : Filaire à feuille étroite (Originale)



**Figure 81** : Arbousier (Originale)



**Figure 82** : Pistachier lentisque (Originale)

## 4. Discussion

### 4.1. Subéraies non incendiées

Le chêne-liège (*Quercus suber*) est une espèce forestière commune à feuilles persistantes de la région méditerranéenne occidentale. Les plus grandes étendues de chêne-liège au monde sont présentes dans la péninsule ibérique (Bugalho *et al.*, 2011). L'exploitation du liège rend les écosystèmes de chêne-liège économiquement bénéfiques. Le chêne-liège apporte également des bénéfices environnementaux et sociaux aux communautés locales sous la forme de chasse, de collecte de miel et de champignons, et d'élevage (Mendes et Graça, 2009 cité in Bellahirech *et al.*, 2021)

Le dépérissement du chêne-liège est un phénomène complexe qui entraîne une diminution graduelle de la vigueur des arbres, directement ou indirectement, en raison de plusieurs facteurs intervenant de manière séquentielle ou simultanée. Les premiers facteurs sont appelés «*prédisposants*» qui s'opèrent d'une manière continue sans interruption pendant de longues périodes et entraînant les arbres dans une phase d'affaiblissement sans manifestation visible de symptômes (sol et climat). Puis, interviennent les facteurs dits «*déclenchants*» qui agissent de façon ponctuelle en réduisant davantage la vigueur des arbres (sécheresse, attaques de défoliateurs, incendies, etc.). Cette altération physiologique avancée crée des conditions favorables à l'installation des facteurs dits «*d'accélération*»; ils sont représentés par les insectes xylophages (*Platypus cylindrus*), champignons (*Biscogniauxia mediterranea*) et mauvaises pratiques d'exploitation du liège. Les arbres rentrent dans la phase ultime de déclin et finissent souvent par mourir selon la nature et l'intensité du facteur aggravant. Il est donc clair que le dépérissement du chêne-liège est un processus qui relève de plusieurs facteurs adverses (Sousa et Kadiri, 2005; Amandier, 2006).

Au cours des quatre dernières décennies, un déclin du chêne-liège a été observé dans la plupart des pays méditerranéens, plus ou moins intense. La dégradation des forêts de chênes-lièges dans les régions d'Afrique du Nord-Ouest est principalement attribuée à la surexploitation des arbres, au surpâturage, à l'utilisation intensive des terres et à l'urbanisation (Campos 2004 ; Daly *et al.*, 2009) . Dans la péninsule ibérique, le déclin des chênaies est signalé depuis les années 1980 et a été attribué à une série de facteurs, notamment les ravageurs et les maladies (Costa *et al.*, 2011 ; Montoya 1988), mais aussi le climat, les incendies de forêt et les facteurs abiotiques liés . à l'activité humaine (Acácio *et al.*, 2017 ; Catry *et al.*, 2012 ; Pausas *et al.*, 2009; Silva et Catry 2006 ). La sécheresse et les épidémies de défoliateurs sont d'importants facteurs contributifs dans le bassin méditerranéen

(Franceschini *et al.*, 2008 ; Tiberi *et al.*, 2016 ). Les insectes xylophages sont généralement considérés comme des facteurs incitatifs lors du dépérissement des chênes, qui contribuent à tuer les arbres fragilisés (Sallé *et al.*, 2014 cité in Bellahirech A *et al.*, 2019)

Les forêts en Algérie n'en sont pas à l'abri. Chaque année, des zones importantes sont détruites par les incendies, le surpâturage, les maladies fongiques et les attaques d'insectes ravageurs. Ce phénomène affecte particulièrement les peuplements de chêne vert (*Quercus ilex* L.) et surtout de chêne liège (*Q. suber* L.), dont l'état sanitaire actuel est préoccupant. Environ 60 % des 440 000 hectares de subéraies en Algérie sont fortement dégradés et sont déjà en partie en danger de disparition (Messaoudène, 2000).

Toutefois, l'absence des plans de gestion et les mauvaises opérations de levée du liège ont souvent des effets négatifs non seulement sur la vitalité des arbres qui les prédisposent aux phénomènes de dépérissement (Ben Jamâa *et al.*, 2005; Ben Jamâa et Piazzetta, 2010) mais aussi sur la qualité du tronc traduite par la destruction de la couche génératrice du liège (Bouhraoua et Villemant, 2005).

La présente étude a été faite au niveau de la forêt de l'Edough-Annaba et qui consiste à évaluer l'état phytosanitaire du peuplement du chêne-liège de la zone d'étude à travers des relevés dendrométriques et d'exploitation, ainsi que l'examen du tronc et de la cime avec un inventaire de la végétation qui accompagne le chêne-liège dans les placettes d'études.

Les résultats des relevés dendrométriques des arbres montre qu'ils varient selon les placettes. La hauteur des arbres varie de 6,56 à 9,17 m (7,54 m en moyenne) et la circonférence entre 100,00 et 172,24 cm (143,58 cm en moyenne).

L'écorçage même s'il est bien fait demeure un facteur qui prédispose fortement les arbres à la colonisation par le platype étant donné que cette opération est considérée naturellement une blessure (Natividade, 1956).

La présence d'une relation directe entre le mode d'exploitation du chêne-liège et le niveau d'infestation par *P. cylindrus* pourrait expliquer les différences de comportement (niveau d'agressivité) de l'insecte entre les pays, car les variables de démasclage (hauteur et coefficient de démasclage) pourraient être les facteurs déterminants des attaques de l'insecte. (Bellahirech *et al.*, 2016).

En ce qui concerne les relevés d'exploitations, la hauteur d'écorçage varie de 152,24 à 200 ,24 cm, soit 176,45 cm en moyenne, l'épaisseur moyenne du liège atteint 32,38 mm, allant de 28,63 à 35,12 mm.

Le coefficient de démasclages ne dépasse pas 2 pour les deux sites d'études ce qui indique que les pratiques de la levée du liège ont été faites selon les normes internationales.

Le calcul du coefficient d'écorçage à l'ouest algérien montre que presque la moitié des arbres sont excessivement démasclés avec un coefficient de 2,5 à 3,5 (Belhoucine, 2013 cité in Adjami, 2016).

L'affaiblissement de l'arbre se manifeste plus par la perte de ses feuilles que par la décoloration du feuillage (Bonneau et Landmann, 1988).

Les deux sites (Berouaga et Bouzizi) sont sains puisque environ 60% des arbres échantillonnés présentent un déficit foliaire de la classe 1 (C1) et aussi plus de 85% des sujets appartiennent à la classe 1 (C1) de décoloration.

La plupart des pays méditerranéens sont préoccupés par le dépérissement du chêne-liège, mais son importance varie d'un pays à l'autre. Il est très inquiétant au Maroc et au Portugal et peu important en Tunisie. Le phénomène de dépérissement des subéraies a une origine et des causes très complexes. Le déclin du chêne-liège est un processus lent impliquant plusieurs facteurs simultanément ou séquentiellement (Ben Jamâa et Piazzetta, 2010).

Pendant la durée d'étude, Les deux sites d'études sont sains, selon le calcul de l'indice de dépérissement (ID). puisque l'indice de santé moyen dans le site de Berouaga et même de Bouzizi ne dépasse pas 1,59.

Les arbres avec des crevasses servent d'abri à divers insectes qui pondent leurs œufs dans le liège et les larves se développent dans la petite couche vivante juste sous l'écorce, là où la sève circule et où se fabrique le liège (Villemant et Fraval, 1993).

L'examen des troncs d'arbres, montre que plus de 60 % des arbres dans les deux sites présentes des crevasses et la plus part des individus appartiennent à la classe 1 (C1), c'est-à-dire 1 à 10% de la surface du tronc est crevassé.

Les arbres présentant des symptômes de dépérissement (fort déficit foliaire, écoulement noirâtre abondant, etc.) sont des sites privilégiés beaucoup plus favorables à la colonisation et l'installation de l'insecte que les arbres apparemment plus vigoureux (Ben Jamâa *et al.*, 2010).

Les suintements noirâtres touchent 11% des arbres de Berouaga tandis que Bouzizi est très peu affecté par l'écoulement avec 3% des sujets atteints.

En fait, les lichens révèlent une histoire de réussite évolutive. En résistant au stress environnemental, leur génétique est naturellement adaptée en produisant des substances inconnues ailleurs dans la nature. Ces métabolites particuliers leur permettent de prospérer dans des conditions extrêmes (Nash, 2008).

La Flore lichénologique, s'étale en abondance sur la plus part des troncs d'arbres échantillons des deux sites étudiés. Elle est aussi omniprésente dans les subéraies d'El Kala (Adjami, 2009) et Ouled Bechih (Daas *et al.*, 2014) dans le Nord-Est Algérien.

Les blessures (cicatrices de 3-4cm occasionnées par la hachette au moment du démasclage) contribuent d'une façon non négligeable à la colonisation des sujets atteints par le platype. (Ben Jamâa *et al.*, 2010)

Les trous d'insectes xylophages sont visibles sur 11% des arbres de Berouaga alors que sur les sujets de Bouzizi, la présence des trous est observée seulement sur 3% des arbres.

Les blessures occasionnées par les ouvriers non qualifiés, en plus du stress physiologique, lors du déliègeage, semblent déclencher des réponses plus ou moins drastiques des arbres, entraver la régénération du liège (Oliveira et Costa, 2012).

Les blessures traduits par l'action de l'homme reste limité au niveau des placettes d'études même si environ 7% en moyen des arbres présentent des blessures.

Sur le littoral, comme à basse altitude, se développe un sous-bois très dense, parfois impénétrable, dans les subéraies de l'étage humide. Il y a principalement des plantes hygrophiles telles que les lianes (*Smilax aspersa*), le lierre (*Hedera helix*), la fougère aigle (*Pteridium aquilinum*) et le laurier rose (*Nerium oleander*), ainsi que le myrte (*Myrtus communis*), la bruyère arborescente (*Erica arborea*) et l'arbousier (*Arbutus unedo*). En haute altitude, certaines de ces plantes disparaissent pour être remplacées par le cytise à 3 fleurs (*Cytisus triflorus*), le calycotome épineux (*Calicotom spinosa*), l'aubépine (*Crataegus monogyna*) et de nombreuses autres plantes. Cependant, dans les zones peuplées, ce sous-bois est moins développé. (Dehane, 2012).

Dans la subéraie de Aïn Snoussi, 266 arbustes ont été recensés et seulement 5 espèces ont été reconnues : *Erica arborea*, *Phillyrea angustifolia*, *Calycotome villosa*, *Myrtus communis*, *Arbutus unedo* (Stiti *et al.*, 2012).

Le chêne-liège ne se régénère pas suffisamment naturellement (Montero *et al.*, 1994). Le II semble que la compétition avec d'autres types de chênes ait un impact négatif sur le chêne-liège (Dettori *et al.*, 2001; Barneschi, 1975).

Le pâturage et le débroussaillage limitent également considérablement la régénération naturelle du chêne-liège, surtout dans les subéraies où les interventions humaines ne sont pas gérées et contrôlées raisonnablement (Dettori *et al.*, 2001; Ruiu *et al.*, 1996, Sanchez,1994). La régénération naturelle a des problèmes évidents dans les subéraies où les phénomènes de dépérissement commencent par des conditions stationnelles défavorables et sont souvent aggravés par des méthodes de gestion inappropriées (Sechi *et al.*, 2005; Ruiu *et al.*, 2005a). Les espèces suivantes composent la végétation accompagnatrice du chêne-liège dans les deux sites d'études: *Erica arborea*, *Rubus ulmifolius* Schott, *Pteridium aquilinum*, *Cytisus triflorus*, *Cistus salviifolius*, *Asphodelus microcarpus*, *Daphne gnidium*, *Smillax aspera* et *Arbutus unedo*.

#### **4.2. Subéraies incendiées**

le chêne-liège est un cas particulier parmi les espèces d'arbres méditerranéens en raison de son écorce isolante (liège) qui permet souvent la repousse de la cime après les incendies de forêt (Catry *et al.*, 2017).

##### **La sévérité du feu**

Le feu, ayant parcouru les deux sites d'études, est considéré comme violent car la majorité des arbres échantillons (76,36 à 84,85%) ont été calcinés sur toute la hauteur. Les réactions des arbres après un incendie peuvent être influencées par le régime des incendies, en particulier leur intensité, leur gravité, leur fréquence et leur saison (Catry *et al.*, 2009 ; Moreira *et al.*, 2007). La survie des arbres après un incendie est déterminée par des facteurs liés à la fois au feu et à leurs caractéristiques individuelles. La hauteur, la santé et l'épaisseur de l'écorce sont des caractéristiques importantes des arbres. (Ryan, 1990, Pausas, 1997, Miller, 2000, McHugh et Kolb, 2003 cité in Moreira *et al.*, 2007).

Les réponses post-incendie des arbres méditerranéens, telles que la mortalité et la régénération végétative, sont directement liées à la sévérité des incendies Catry *et al.*, 2012 ; Catry *et al.*, 2013).

##### **Epaisseur du liège**

L'épaisseur du liège moyen au niveau des parcelles étudiées est de 2,9 cm. Ce dernier reste inférieur à la valeur idéale d'épaisseur cités par plusieurs auteurs et qui est capable de bien protégé les arbres contre le feu. L'épaisseur de l'écorce (BT) est un facteur important dans les réponses post-incendie de *Q. suber*.

L'augmentation du BT réduit considérablement la vulnérabilité des arbres au feu jusqu'à ce que l'écorce ait environ 4 cm d'épaisseur. (Catry *et al.*, 2012). Il y a toujours eu une relation positive entre la survie du chêne-liège et l'âge de l'écorce (Moreira *et al.*, 2007). Quel que soit l'épaisseur de liège (BT), les arbres exploités (Ex) étaient plus susceptibles d'être endommagés par le feu que les arbres non exploités, et l'interaction entre BT et Ex a montré que l'impact de BT est plus important sur les arbres exploités (Catry *et al.*, 2022).

### **Influence de la taille des arbres**

Dans l'ensemble des arbres des deux sites d'étude, la circonférence moyenne est comprise entre 84 et 87 cm. Les résultats montrent que la moitié des arbres brûlés appartient à la classe des adultes. Les grands arbres (avec un DHP plus élevé) sont plus susceptibles de mourir ou de souffrir de mortalité des tiges que les plus petits. Cependant, les individus plus exploités devraient être plus sensibles. De plus, les arbres plus gros sont souvent écorcés jusqu'aux branches (alors que les arbres plus petits ne sont écorcés que dans la tige), exposant une plus grande surface de l'arbre aux dommages causés par le feu (Catry *et al.*, 2012).

### **Reprise végétative des arbres brûlés**

Le chêne-liège est le seul arbre capable de résister aux incendies de forêt et de produire du houppier grâce à son écorce liégeuse qui le protège (Piazzetta, 2013). Cependant, le chêne-liège possède une capacité exceptionnelle de résister au feu et de reverdir dans les semaines qui suivent l'incendie (Amandier, 2004). La régénération du chêne-liège après un incendie se fait principalement par la régénération végétative, comme pour les autres chênes. Cependant, le chêne-liège est le seul arbre européen capable de se régénérer à partir de bourgeons épïcormiques en haut de l'arbre. Lorsque les tiges ou les couronnes sont gravement endommagées, la plupart d'entre elles repoussent à partir de bourgeons basaux (Pausas *et al.*, 2009). Les résultats de régénération montrent que la majorité des arbres brûlés (77,28 à 93,33%) au niveau de nos sites d'étude ont repris leur activité physiologique. Nous avons observé des rejets qui partent vigoureusement de la couronne chez 68 à 85% des arbres avec des rejets qui partent simultanément de la couronne et de la base ont également été enregistrés sur environ 7% des arbres étudiés. Dans le centre du Portugal, 98 % des chênes-lièges adultes non décapés ont survécu (Catry *et al.*, 2006). Dans le sud de l'Espagne, seuls 46 % des chênes-lièges âgés de 6 ans réussissent à survivre (Cabezudo *et al.*, 1995). Dans le nord-est de l'Espagne, les arbres ont un taux de survie de 99 %, avec une mort des tiges inversement proportionnelle au diamètre et à la canopée (Pausas, 1997).

### **Mortalité des arbres après le feu**

Le taux de mortalité est seulement 7,27% au niveau du site El Fahama alors qu'au niveau du site Ain Attaoua les arbres morts après passage du feu est de 22,72%. Ces taux indiquent que les arbres vierges (site El Fahama) résistent plus face au feu par rapport aux arbres démasclés (site Ain Attaoua) ce qui est conforme aux résultats des études précédentes. En Algérie, la mortalité du chêne-liège est basée sur l'âge de l'écorce, avec seulement 10 % de survie pour les arbres dont l'âge de liège est de 2 ans au moment du feu (Lamey, 1893 cité in Moreira *et al.*, 2007).

La récolte du liège en tant que tel augmentait considérablement la vulnérabilité des arbres au feu, augmentant la mortalité jusqu'à 40 % sur les arbres exploités, même pour des arbres de la même épaisseur d'écorce (Moreira *et al.*, 2007). La taille des arbres (DBH) a également eu un impact sur les réponses des arbres ; lorsque le DHP passe de 20 à 80 cm, la probabilité de mortalité des arbres après feu augmente de 40 % (Catry *et al.*, 2012).

### **Les insectes xylophages**

Les incendies ont eu un impact significatif sur l'attractivité des chênes-lièges pour les insectes xylophages, qui a augmenté considérablement avec la gravité des incendies (Catry *et al.*, 2017). Le coléoptère ambrosie *Platypus cylindrus* F., qui est l'un des ravageurs les plus importants, est responsable du déclin du chêne-liège dans de nombreux pays (Bellahirech *et al.*, 2021). *P. cylindrus* attaque principalement les arbres affaiblis, mais maintenant dans le sud-ouest de l'Europe et en Afrique du Nord, il peut également attaquer des arbres apparemment sains d'âges variés, qui peuvent être déterminés par des facteurs physiologiques et d'autres facteurs de prédisposition (Sousa *et al.*, 2005) . En Algérie, la diminution de la subéraie est due à diverses causes, notamment la prolifération des ravageurs. *Platypus cylindrus* Fab est le xylophage le plus dangereux, causant des dommages considérables à l'économie et provoquant une mortalité annuelle de 1 % des arbres (Bouhraoua et Villemant, 2005). L'espèce xylophage *Cerambyx cerdo* var. *mirbeckii* est courante en Algérie et dans toute l'Afrique du Nord. Elle subissait en grande partie les dépenses du chêne-liège. Ces dépérissements ont eu un impact significatif sur plusieurs hectares de subéraie dans les régions d'El-kala, de Souk-Ahras et de Guelma. Des dizaines d'hectares de chêne liège ont été détruits par ce xylophage à l'ouest du pays, où la sécheresse est plus visible (Chakali *et al.*, 2002).

## **Impact de l'exploitation de l'écorce**

Parmi les 121 chênes lièges brûlés au niveau des deux sites d'études. On a noté que seul le site d'Ain Attaoua qui présente des attaques de *Platypus cylindrus* et même des attaques de cérambycides par apport au site vierge d'El Fahama qui n'a été pas touché. Les attaques par *P. cylindrus* sont concentrées à 100% sur les arbres démasclés (20 % des arbres exploités sont attaqués). Cela confirme l'hypothèse de; le *Platypus cylindrus* évite la colonisation des arbres vierge. Un facteur important influençant la présence de coléoptères sur les arbres brûlés plus tôt après le feu était le statut d'exploitation des arbres (Catry *et al.*, 2022). En Tunisie, la présence de coléoptères sur les chênes-lièges exploités non brûlés est principalement influencée par la présence de cavités dans le tronc des arbres associées aux blessures d'écorce (Bellahirech *et al.*, 2019).

## **Taux d'attaque des arbres**

### ***-Platypus cylindrus***

Après 18 mois de passage du feu, la présence de *P. cylindrus* a été enregistrée dans 10 % des chênes lièges échantillonnés. Près de la moitié des chênes brûlés ont été colonisés dans les cinq à huit premiers mois après l'incendie (Catry *et al.*, 2022). L'insecte a été décrit comme un ravageur secondaire en Tunisie et en Italie, ne colonisant que des arbres affaiblis ou morts (Bellahirech *et al.*, 2014). Au Portugal, *P. cylindrus* est responsable de la mortalité des arbres et est considéré comme un ravageur primaire qui attaque les arbres sains (Sousa et Debouzie 1999 cité in Bellahirech *et al.*, 2019). La fréquence des attaques de scolytes augmente avec la sévérité du feu (Catry *et al.*, 2022).

### ***-Cerambyx cerdo***

12% des arbres brûlés présentaient des trous de cérambycides. Bouhraoua *et al.*, (2002) montre que plus d'un tiers des arbres de la classe 3 présentent une perte de feuillage causée par *C. cerdo*, qui provoque le dessèchement et la mort des branches.

## **Influence de la hauteur et de la circonférence**

### ***-Platypus cylindrus***

Le diamètre du tronc était la variable la plus importante expliquant la présence d'activité foreuse des scolytes. Les attaques de coléoptères augmentaient avec la taille des arbres. (Catry *et al.*, 2022). La distribution de des arbres affectés selon leurs hauteur, révèle que les sujets de 6 à 8 m et de même, les arbres ayant une circonférence supérieur à 110 cm sont les plus attaqués.

***-Cerambyx cerdo***

La distribution des arbres affectés selon leur hauteur, indique que les arbres de moins de 6m sont les plus attaqués. De même, les arbres vieux sont préférés par l'insecte.

**Impact de la présence de crevasses**

En Tunisie, la présence de coléoptères sur les chênes-lièges exploités non brûlés est principalement influencée par la présence de cavités dans le tronc des arbres associées aux blessures d'écorce (Bellahirech *et al.*, 2019).

***-Platypus cylindrus***

Nos résultats révèlent que 60% des attaques ont été signalés au niveau des troncs crevassés.

***-Cerambyx cerdo***

Parmi les arbres affectés, 33,33% des attaques ont été noté sur des troncs crevassés.

## 5. Conclusion et perspectives

Les forêts chênes-lièges constituent des écosystèmes très importants qui fournissent un grand nombre de services socio-économiques et écologiques.

Au cours de notre travail au niveau des deux sites d'études (Berouaga et Bouzizi), nous avons pu évaluer l'état sanitaire des forêts de la région grâce aux résultats obtenus à travers des relevés dendrométriques et des exploitations. Selon le calcul de l'indice de dépérissement pour chaque site, les deux subéraies sont en bonne état et peuvent être considérés comme sites de références ou témoin.

Au niveau du tronc ; la flore lichénologique est omniprésente au niveau des deux sites d'études. Un pourcentage faible d'arbres au niveau des placettes d'études ont présenté des suintements noirâtres, des déformations ou des blessures alors que presque la moitié des arbres échantillons présente des crevasses et aussi des trous d'insectes xylophages.

Selon les relevés floristiques, la végétation accompagnant le chêne liège est constituée de plusieurs espèces appartenant à différentes familles, nous citons: *Erica arborea*, *Rubus ulmifolius* Schott, *Pteridium aquilinum*, *Cytisus triflorus*, *Calicotome spinosa*.

Après passage du feu, nous avons montré que la majorité des arbres brûlés au niveau de nos sites d'étude ont repris leur activité physiologique. Nous avons observé des rejets qui partent vigoureusement de la couronne chez la plupart des arbres avec un pourcentage faible des rejets qui partent simultanément de la couronne et de la base. Les taux de mortalité indiquent que les arbres vierges (site El Fahama) résistent plus face au feu par rapport aux arbres démasclés (site Ain Attaoua). On a noté que seul le site d'Ain Attaoua qui présente des attaques de *Platypus cylindrus* et même des attaques de cérambycidés par rapport au site vierge d'El Fahama qui n'a été pas touché. Après 18 mois de passage du feu, la présence de *P. cylindrus* et même de *Cérambyx cerdo* reste limitée au niveau des sites étudiés.

L'image de la subéraie en tant qu'habitat et élément du paysage pour de nombreuses espèces ne fait que renforcer son image et ouvrir d'autres portes pour pérenniser son entretien. Il est important de mettre en avant cette convergence d'intérêts en faveur de la préservation d'un système basé sur le Chêne-liège.

Plusieurs actions alternatives ou complémentaires peuvent être entreprises afin de réduire les dommages potentiels causés par plusieurs facteurs dans les peuplements de chêne-liège.

- Pour avoir une meilleure gestion de la récolte du liège ; ne pas écorcer tous les arbres la même année, réduire les blessures et augmenter le cycle d'écorçage. Ceux pourraient diminuer de manière significative le risque de dommages causés par les incendies ;

- Le système de gestion post-incendie des forêts de chêne-liège afin de réduire leur vulnérabilité surtout dans le contexte actuel de changement climatique ;
- L'application du recépage selon les techniques recommandées afin de favoriser la récupération forestière et la restauration économique ;
- Des mesures de protection doivent donc être adoptées lorsqu'ils sont présents dans les subéraies ; les animaux domestiques et sauvages (tels que les chèvres, les moutons, les cerfs, les sangliers) peuvent compromettre le succès de la régénération naturelle des forêts de chêne-liège, en consommant les glands, les semis et les repousses.

## Références bibliographiques

**Abbas M. 2013** : Incidence économique des feux de forêts sur les subéraies. Journées d'Etude sur: La Réhabilitation des Subéraies Incendiées et Reboisements. Tlemcen.

**Abourouh, M., Bakry, M. 1995** : Dépérissement du chêne liège au Maroc: état des connaissances et perspectives d'intervention. IOBC/wprs Bull. 18: 50-55.

**Acácio V, Dias F, Catry FX, Rocha M, Moreira F. 2017** : Dynamique du paysage dans les chênaies méditerranéennes face au changement global : Comprendre le rôle des facteurs anthropiques et environnementaux dans les types de forêts. Glob Chang Biol 23: 1199–1217.

**Adjami, Y. 2009** : Etude des facteurs de dépérissement de la stand d'El-Kala (Nord-Est Algérien): Cas de la stand d'El Mellah. Engineering thesis. University of Annaba, Algeria: 50 pp.

**Adjami, Y. 2016** : Étude des facteurs du dépérissement du chêne-liège dans les subéraies de l'Est Algérien. Thèse de Doctorat. Université d'Annaba, Algérie. 199 p.

**Amandier L. 2004** : « Le comportement du Chêne-liège après l'incendie : conséquences sur la régénération naturelle des subéraies » in Actes du colloque Vivexpo 2004 : « Le chêne-liège face au feu. » Institut Méditerranéen du Liège. Vivès.

**Amandier, L. 2006** : Les causes de dépérissement du chêne liège et de chêne vert. Séminaire Vitalité des peuplements des chênes liège et des chênes vert: situation actuelle, état des connaissances et actions à entreprendre. Evora, Portugal, 3 pp.

**Bakry, M. & Abourouh, M. 1996** : Nouvelles données sur le dépérissement du chêne-liège (*Quercus suber* L.) au Maroc. Ann. Rech. For. Maroc 29 : 24-39.

**Barneschi, L. 1975** : I problemi della sughericoltura sarda. – Atti “I° Convegno Nazionale sughero”, Tempio 14/16 Ottobre 1971.

**Bekdouche F. 2010** : Évolution après feu de l'écosystème subéraie de Kabylie (Nord algérien). Thèse de Doctorat d'État en Sciences Agronomiques. Option : écologie forestière. Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou, 175 p.

**Belhoucine L., Bouhraoua, R. T. 2012 :** Evolution spatio-temporelle des attaques de *Platypus cylindrus* (Coleoptera, Platypodidae) dans un jeune de peuplement de chêne liège après démasclage: cas de la subéraie de M'Sila (Nord Ouest Algérie). IOBC-WPRS Bull. 76: 201-204.

**Bellahirech A., Branco M., Catry F.X., Bonifácio L., Sousa E., Ben Jamâa M.L. 2019 :** Site- and tree-related factors affecting colonization of cork oaks *Quercus suber* L. by ambrosia beetles in Tunisia. Ann. For. Sci. 2019, 76, 45.

**Bellahirech A., Inacio M.L., Bonifacio L., Nobrega F., Sousa E., Ben Jamaa, M.L. 2014 :** Comparison of fungi associated with *Platypus cylindrus* F. (Coleoptera: Platypodidae) in Tunisian and Portuguese cork oak stands. IOBC/ WPRS Bul. 101: 149-156.

**Bellahirech Amani., Luis Bonifacio., Edmundo Sousa., Mohamed Lahbib Ben Jamâa. 2017 :** Infestation de *Platypus cylindrus* F. (Coleoptera : Curculionidae) dans les subéraies tunisiennes. Integrated Protection in Oak Forests IOBC-WPRS Bulletin Vol. 127, 2017pp. 6-14.

**Bellahirech Amani., Luis Bonifacio., Maria L.Inácio., Mohamed Lahbib Ben Jamâa., Edmundo Sousa., Filomena Nóbrega. 2021 :** Occurrence of *Xyleborus monographus* (Fabricius) and *Xyleborinus saxesenii* (Ratzeburg) Together with *Platypus cylindrus*, in Cork Oak Trees in Tunisia Silva Lusitana, 29(1): 39-52.

**Bellahirech, A., Inácio, M. L., Nóbrega, F., Bonifácio, L., Sousa, E. & Ben Jamâa M. L. 2016 :** Can differences of *Platypus cylindrus* (Coleoptera: Platypodinae) in Portugal and Tunisia be explained by genetic and morphological traits? Bull. Entomol. Res. 106: 1-8.

**Ben Jamâa, M. L., Piazzetta, R. 2010 :** Impact de la gestion sur la vitalité du chêne liège. Integrated protection in oak forests, IOBC/wprs Bull. 57 : 179-186.

**Ben Jamâa, M. L., Sousa, E. & Mnara, S. 2010 :** Observations sur le déterminisme des attaques et la bio-écologie de *Platypus cylindrus* F. (Coléoptères : Platypodidae) dans les stands tunisiennes. IOBC-WPRS Bull. 57: 107-114.

**Ben Jamâa, M., Sghaier, T., M'nara, S., Nouri, M., Sellemi, H. 2005 :** Le dépérissement du chêne-liège dans la subéraie de Béllif (Tunisie): caractérisation et évaluation de son impact sur l'accroissement du liège. IOBC/WPRS Bull. 28(8): 17-24.

**Bernard Boutte. 2014 :** Situation phytosanitaire des forêts de chênes en France. *Integrated Protection in Oak Forests IOBC-WPRS Bulletin Vol. 101, 2014 pp. 81-89.*

**BNEDER. 2009 :** Plan national de développement forestier (PNDF). Rapport de synthèse national : 87P.

**BNEF. 1990 :** Etude d'aménagement des forêts domaniales de l'Edough. Phase II: Etude du milieu. 61 p.

**Bonneau, M., Landmann, G. 1988 :** Le dépérissement des forêts en Europe. – La Recherche, 205 (19) : 1542-1556.

**Boudy, P. 1950 :** Economie forestière Nord-Africaine. Monographie et traitement des essences. Ed. Larose. Paris, pp. 29-249.

**Bouhraoua Rachid.Tarik., Bouazaoui A., Dehane Belkhir., Belhoucine Latifa., Gheffar Mohamed. 2014 :** Effet de la récurrence des feux sur la dégradation paysagère, l'altération sanitaire et la réduction de la production du liège de la subéraie du massif forestier de Hafir-Zarieffet (Tlemcen, Algérie). *Integrated Protection in Oak Forests IOBC-WPRS Bulletin Vol. 101, 2014 pp. 15-23.*

**Bouhraoua, R. T., Villemant, C. 2005 :** Mécanismes généraux de l'altération sanitaire des peuplements de chêne-liège de l'Algérie nord-occidentale. *Integrated Protection in Oak Forests. IOBC-WPRS Bull. 28(8): 1-8.*

**Bouhraoua, R. T. 2003 :** Situation sanitaire de quelques forêts de chêne liège de l'ouest algérien. Etude particulière des problèmes posés par les insectes. PhD Thesis. Dept Forest. Fac. Sci., Univ. Tlemcen, 267 pp.

**Bouhraoua, R.T., Villemant, C., Khelil, M.A. & Bouchaour, S. 2002 :** Situation sanitaire de quelques stands de l'ouest algérien : Impact des xylophages. *Integrated Protection in Oak Forests. – IOBC/wprs Bull. 25(5) : 85-92.*

**Bouregbi. I. 2014 :** Causes et conséquences des feux de forêts sur la production du liège dans les subéraies du Nord-Est algérien : Essai de valorisation et réhabilitation. Thèse de Magister en Écologie et Environnement. Université Constantine 1 (ex Mentouri).155 page.

**Boutabia. L, Messerer.Y. 1994 :** Evaluation des ressources en eau massif de l'Edough, exemple sources de Seraïdi. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en hydrogéologie. Institut des sciences de terre. Département d'hydrogéologie. Université Badji Mokhtar Annaba.

**Branco M, Ramo. 2009 :** Coping with pests and diseases. In: Aronson J, Pereira JS, Pausas JG (eds) Cork oak woodlands on the edge: conservation, adaptive management, and restoration. Island Press, Washington, DC.

**Branco, M., Bragança, H., Sousa, E. et Philips, A.J.L. 2014 :** Pests and diseases in Portuguese forestry: current and new threats. Pages 117-154. In: Forest Context and Policies in Portugal: Present and Future Challenges, Reboredo, F. Ed. World Forests 19, Springer International Publishing Switzerland.

**Bugalho, M.N., Caldeira, M.C., Pereira, J.S., Aronson, J., Pausas, J.G. 2011 :** Mediterranean cork oak savannas require human use to sustain biodiversity and ecosystem services. Front Ecol Environ. 9: 278-286.

**Cabezudo B., Perez Latorre., Nieto J.M. 1995 :** After fire regeneration in a *Quercus suber* forest in the South of Spain (Istan. Malaga) - Acta Botanica Malacitana (Espana).

**Campos, P. 2004 :** Vers une économie mondiale durable pour les systèmes agroforestiers méditerranéens. Dans : Schnabel S, Gonçalves A(eds) Avancées en géoécologie : durabilité des systèmes agro-sylvo-pastoraux, Dehesas, Montados, Reiskirchen. Catena, Cremlingen, pp13–28.

**Catry F.X., Branco M., Moreira F., Sousa E., Rego F. 2022 :** Ambrosia Beetle Attacks in Mediterranean Cork Oak Forests Following Fire: Which Factors Drive Host Selection? Fire 5, 115. <https://doi.org/10.3390/fire5040115>.

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

**Catry F.X., Pausas J., Moreira F., Fernandes P.M., Rego F. 2013 :** Post-fire response variability in Mediterranean Basin tree species in Portugal. Int. J. Wildland Fire, 22, 919–932.

**Catry F.X., Rego F.C., Bugalho M.N., Lopes T., Silva J.S., Moreira F. 2006 :** Effects of fire on tree survival and regeneration in a Mediterranean ecosystem. In: Viegas, D.X. (Ed.); Proceedings of the 5th International Conference on Forest Fire Research.

**Catry FX, Branco M, Sousa E, Caetano J, Naves P, Nóbrega F. 2017 :** Presence and dynamics of ambrosia beetles and other xylophagous insects in a Mediterranean cork oak forest following fire. For Ecol Manag 404:45–54.

**Catry FX, Moreira F, Pausas JG, Fernandes PM, Rego F, Cardillo E, Curt T. 2012 :** Cork oak vulnerability to fire: the role of bark harvesting, tree characteristics and abiotic factors. PLoS One 7. [https://doi.org/ 10.1371/journal.pone.0039810](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0039810).

**Chakali, G., Attal-Bedreddine, A., Ouzani, H. 2002 :** Les insectes ravageurs des chênes, *Quercus suber* et *Q. ilex*, en Algérie. IOBC/WPRS Bull. 25(5): 93-100.

**Charlemagne, A. 1894 :** Chêne liège. Notices sur les forêts domaniales de l'Algérie. Edit. Giralt.39p.

**Costa A, Madeira M, Lima Santos J, Oliveira A. 2011 :** Changement et dynamique dans les paysages de forêts de chênes verts méditerranéens du sud-ouest de la péninsule ibérique. Plan d'urbanisme paysager 102:164–176.

**Daas, Hiba., Ghanem, Rym., Adjami, Yasmine., Ouakid, Mohamed.Laid., Tahraoui, Abdlekrim. 2014 :** Etat phytosanitaire des stands de Ouled Bechih dans la région de Souk-Ahras du Nord-Est Algérien. Integrated Protection in Oak Forests IOBC-WPRS Bulletin Vol. 101, 2014 pp. 91-98.

**Daly H, Campos PP., Ovando P. 2009 :** Analyse économique de la régénération naturelle des chênes-lièges dans la région d'Ain Snoussi, Tunisie. In: Zapata Blanco S (ed) Forêts de

chênes-lièges et industrie du liège: présent, passé et futur. Museu del Suro de Palafrugell Publ., Gérone, pp488–513.

**Dehane, B. 2012** : Incidence de l'état sanitaire du chêne liège sur les accroissements annuels et la qualité du liège de deux subérais oranaises: M'Sila (w. Oran) et Zarieffet (w. Tlemcen). Thèse. Doct. Dept. Forest. Fac. Sci., Univ. Tlemcen, 293 pp.

**Delatour, C. 1990** : Dépérissements de chênes et pathogènes. Revue Forestière Française.

**Dettori, S., Filigheddu, M.R., Gutierrez, M. 2001** : La coltivazione della quercia da sughero. – Tipografia TAS.

**DGF. 2010** : Campagne liège, bois et alfa. [http : // www. DGF. Gov.dz/index](http://www.DGF.Gov.dz/index).

Phprubrique=événement section=liège.

**Diaz-Fernandez, P. M., Gil-Sanchez, L. 1998** : La régénération naturelle dans les peuplements marginaux de chêne-liège. Actes du Séminaire Méditerranéen sur la Régénération des Forêts du Chêne-liège, Tabarka (Tunisie). Ann. INRGREF, N° spécial : 22-34.

**DSF. 1991** : Le dépérissement du chêne-liège (*Quercus suber* L.). – Information Santé des Forêts, 7 Janvier 1991, 3 p.

**Dubois C. 1990** : Comportement du chêne-liège après incendie. Mémoire E.N.I.T.E.F. Banyuls-sur-Mer. Laboratoire Arago (Université Paris VI).

**Elena Rosselló, M. 2005** : Estructura del mercado mundial del tapamiento con corcho. Jornada de difusión y sensibilización. Sevilla. Sans pagination.

**FAO. 2012** : Etat des Ressources Génétiques Forestières dans le Monde ; Etat actuel des ressources génétiques forestières en Algérie p 2-4.

**Franceschini A, Corda P, Marras F.2008** : Aspectsphytopathologiques dans la gestion des forêts dechênes-lièges. Dans : Vázquez P, Pereira JH,González Pérez A (eds) Suberwood : nouveaux défis pour l'intégration des forêts et des produits de chêne-liège. Universidad de Huelva Publicaciones, Huelva, pp 97–305.

- Khanfouci M.S. 2005** : Contribution à l'étude de la fructification et de la régénération du cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica M*) dans le massif du Belezma. Thèse de Magister. Université El Hadj Lakhdar de Batna, 244p.
- Landmann, G. 1988** : Le dépérissement des forêts attribué à la pollution atmosphérique à longue distance: Les réseaux d'observation et le programme interministériel DEFORPA. La Santé des Forêts, France, Min. Agri. For. (DERF), Paris : 13-51.
- Lopes, F. 1996** : O sobreiro e a cortiça. – Revista Florestal 9 : 2.
- Luciano P, Lentini A, Cao OV.2005** : La lutte aux lépidoptères défoliateurs des subéraies dans la Province de Sassari. Industria Grafi ca Poddighe s.r.l, Sassari.
- Manion, P.D. 1981** : Tree disease concepts. Prentice-Hall, Inc, Engle-wood Cliffs, KJ. 399 p.
- Marras, F., Franceschini, A., Maddau, L. 1995** : Les principales maladies du chêne-liège (*Quercus suber L.*) en Sardaigne (Italie). OILB-SROP Bull. 18(6): 8-13.
- Martín J, Cabezas J, Buyolo T, Patón D. 2005** : The relationship between *Cerambyx spp.* Damage and subsequent *Biscogniauxia mediterraneanum* infection on *Quercus suber* forests. For Ecol Manag 216:166–174.
- Messaoudène, M. 2000** : Réflexion sur la structure des peuplements de chêne-liège (*Quercus suber L.*) en Algérie). La forêt algérienne 3 : 5-9.
- Mirault, J. 1996** : État de santé des forêts méditerranéennes françaises: cas du chêne-liège, du pin d'alep et du cèdre de l'Atlas. – In : Colloque sur le dépérissement des forêts au Maroc, Rabat, Résumés des communications.
- Montero, G., Torres, E., Canellas, I., & Ortega, C. 1994** : Regeneraciòn de alcornocales. Sintesis bibliografica. – In: «Simposio mediterraneo sobre regeneracion del monte alcornocal», Merida (Spagna): 101-112.
- Montoya JM. 1988** : Los Alcornocales. Série deManueles Techniques. Ministère de l'Agriculture,Pesca y Alimentación, Madrid.

**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: 30–37.

**Moreira F., Catry F., Duarte I., Acacio V., Sande-Silva J. 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 Ecol.* 201: 77-85.

**Mugnossa, G. Scarascia, Oswald, H., Piussi, P. & Radaglou, K. 2000 :** Forests of the Mediterranean region: Gaps in knowledge and research needs. – *For. Ecol. Manag.* 132 : 97-109.

**Naili, M. 2010 :** Une activité industrielle rattachée à l’agriculture. Article paru au journal *El Watan Suplement Economique* .1p.

**Nait Messaoud, A. 2008 :** La réhabilitation en ligne de mire. Article paru au journal «Dépêche de la Kabylie » .3p.

**Nash T. 2008 :** *The Biology of Lichens*. Cambridge University Press, 978-0-521-87162-4 - Lichen Biology, Second Edition.

**Natividade, J. V. 1956 :** Subericulture. Ecole Nationale des Eaux et Forêts. Nancy, 302 pp.

**Oliveira, G. & Costa, A. 2012 :** How resilient is *Quercus suber* L. to cork harvesting? A review and identification of knowledge gaps. *For. Ecol. Manag.* 270: 257-272.

**Pausas J. 1997 :** Resprouting of *Quercus suber* in NE Spain after fire. *Journal of Vegetation Science* 8: 703–706.

**Pausas JG, Pereira JS, Aronson J. 2009 :** The tree. In: Aronson J, Pereira JS, Pausas JG (eds) *Cork oak woodlands on the edge: conservation, adaptive management, and restoration*. Island Press, Washington, DC.

**Pereira, H., Gonzalez -Adrados, J. R. 1996 :** Classification of defects in cork planks using image analysis. *Wood Sci. Technol.* 30: 207-215.

**Pereira, J.S., Bugalho, M.N., et Caldeira, M.C. 2008 :** From the Cork Oak to cork - A sustainable system. APCOR, Portuguese Cork Association, Litografia Coimbra, S.A., 40 p.

**Piazzetta R. 2004 :** « Réhabilitation des subéraies incendiées : Quelles perspectives pour l'utilisation du liège brûlé en bouchonnerie ? » in *Actes du colloque Vivexpo 2004 : « Le chêne-liège face au feu. »* Institut Méditerranéen du Liège. Vivès.

**Piazzetta Renaud. 2013 :** Synthèse réalisée d'après les travaux présentés lors de la première session des Journées techniques du liège dans le Var, le 21 novembre 2013 à Plan-de-la-Tour (France).

**Puyo, Y. 2013 :** Grandeurs et vicissitudes de l'aménagement des subéraies algériennes durant la période coloniale française (1830-1962). *For médit. t. XXXIV, n°2:* 129-142.

**Quézel, P. et Médail, F. 2003 :** *Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen.* Elsevier, Collection Environnement, Paris, 573 pp.

**Robin C, Capron G, Desprez-Loustau ML. 2001 :** Root infection by *Phytophthora cinnamomi* in seedlings of three oak species. *Plant Pathol* 50:708–716.

**Ruiu, P.A., Pampiro, F. & Pintus, A. 1996 :** Analisi della rinnovazione in diverse tipologie di sughereta del Nord-Sardegna. – *Collana Biologica n. 4.* Stazione Sperimentale del Sughero, Tempio Pausania.

**Ruiu, P.A., Sechi, C., Linaldeddu, B.T. & Franceschini, A. 2005a :** Création d'un réseau de surveillance du dépérissement des subéraies en Sardaigne et analyse des premiers résultats. – *IOBC/wprs Bull.* 28(6): 45-51.

**Saadi, H. 2013 :** Les facteurs du dépérissement des subéraies de l'Edough (Séraïdi). Etude des ravageurs des feuilles et des glands du chêne-liège (*Quercus suber* L.), diplôme de magistère en biologie environnementale, université Mohamed Cherif Messaadia Souk - Ahras. 123 pp.

**Salazar Sampaio, J. 1988 :** Production du liège : Situation, évolution en France et dans le monde. *For. médit.* 10(1): 156-159.

**Sanchez Garcia, G.M. 1994 :** Los alcornocales andaluces: tipificacion y situacion regenerativa actual. – In: «Simposio mediterraneo sobre regeneracion del monte alcornocal», Merida (Spagna): 79-86.

**Schaffhauser A., Curt T., Véla E., Tatoni T. 2012 :** Effets de la récurrence des feux sur l'abondance des plantes regroupées par traits dans les forêts et maquis à *Quercus suber* L. Forest Ecology and Management Volume 282, 15 October, Pages 157-166.

**Sechi, C., Ruiu, P.A. & Franceschini, A. & Corda, P. 2005 :** A monitoring network of cork oak decline in Sardinia to establish control strategies. – International IUFRO Conference “Monitoring and indicators of forest biodiversity In Europe”. Firenze 12/15 Novembre.

**Silva J.S., Catry F. 2006 :** Forest fires in cork oak (*Quercus suber*) stands in Portugal. International Journal of Environmental Studies 63: 235–257.

**Smahi Hadjer., Belhoucine Latifa., Bouhraoua Rachid Tarik. 2014 :** Observations préliminaires sur la diffusion du «charbon de la mère» dans un peuplement artificiel de chêne-liège in Algérie. Integrated Protection in Oak Forests IOBC-WPRS Bulletin Vol. 101, 2014 pp. 103-108.

**Sousa E., Inácio M.L., El Antry S., Bakry M., Kadiri Z.A. 2005 :** Comparaison de la bio-écologie de l'insecte *Platypus cylindrus* Fab. (Col., Platypodidae) dans les subéraies portugaises et marocaines. IOBC/WPRS Bul. 28: 137-144.

**Sousa, E. M. R. & Atay Kadiri, Z. 2005 :** Le déclenchement des perturbations physiologiques des peuplements de chêne-liège: une synthèse des relations agent/hôte. IOBC-WPRS Bull. 28(8): 9-16.

**Stiti, B., Mannai, Y., Khaldi, A., & Henchi, B. 2012 :** Richesse spécifique et distribution spatiale de la strate arbustive du stand de Ain Snoussi, Tunisie. IOBC-WPRS Bulletin 76: 9-16.

**Tiberi R, Branco M, Bracalini M, Croci F, Panzavolta T. 2016 :** Cork oak pests: a review of insect damage and management. Ann For Sci 73: 219–232.

**Vennetier M. Coord. 2008 :** « Impact de la répétition des incendies sur l'environnement » in Info DFCI no 61, novembre 2008. Cemagref. Aix-en-Provence. “Monitoring and indicators of forest biodiversity In Europe”. Firenze 12/15 Novembre.

**Villemant, C & Fraval, A. 1993 :** La faune entomologique du chêne-liège de la Mamora (Maroc). Ecol. Medit. 19(3/4) : 89-98.

**Zahi, F. 2014 :** Contribution à l'étude hydrochimique du sous bassin versant du lac Fetzara (Nord-Est Algérien) approche géochimique et fonctionnement des sols et des eaux. Thèse de doctorat en sciences Option : Hydrogéologie. Université Badji Mokhtar d'Annaba.

**Ziani Cherif, Sidi Mohamed. 2013 :** Caractérisation sanitaire et sylvicole d'un jeune peuplement artificiel du chêne liège en vue d'une utilisation durable de son liège : Cas de la forêt de M'SILA. Magisterial diploma in forestry. University Abou Bekr Belkaid Tlemcen.92 pp.

**Zine, M. 1992 :** Situation et perspectives d'avenir du liège en Algérie. Acte du Colloque "les stands méditerranéennes ", Vives 1992 : 98-107.

**Annexe 1 : les relevés dendrométriques, d'exploitation, sanitaires et post incendie**

Date de Sortie:

Placette :

L'altitude :

	Arbres				
Relevés dendrométrique	Circonférence (cm)				
	Hauteur total (m)				
Relevés d'exploitation	Hauteur d'écorçage (cm)				
	Epaisseur du liège (mm)				
	Coefficient d'Ecorçage				
	Dernière année d'écorçage				
Etude Sanitaire des arbres					
Etat de la cime	Défoliation: % feuillage affecté				
	Décoloration : % feuillage décoloré				
	Indice de dépérissement				
Etat du tronc	Présence de crevasses				
	Déformations				
	Trous D'insectes xylophages				
	suintement noirâtre				
	Flore lichénologique				
	Blessures				
Relevés post incendie	Sévérité du feu				
	Hauteur du feu				
	Reprise végétative				

Hauteur de feu : (1/3), (2/3), (3/3).

Classes	% du feuillage affecté	Proportion de feuillage décoloré	Reprise végétative	% de crevasse	Taux de couverture
1	1-25 %	1-10 %	<10 %	1-10 %	<10 %
2	30-60 %	15-25 %	10 - 25 %	15 - 25 %	15 - 25 %
3	> 60 %	30-60 %	30 - 50 %	30 - 50 %	30 - 50 %
4	Mort	> 65 %	55 - 75 %	55 - 75 %	55 - 75 %
5		100 %	> 75 %	> 75 %	> 75 %

## Annexe 2 : Relevés floristique

**Date :**

**Placette :**

**L'altitude :**

Strates /espèces	Taux de recouvrement
<b>Arborescente (&gt;7m)</b>	
- - -	
<b>Arbustive (6-7m)</b>	
- - - -	
<b>Sous arbustive haute (2-5m)</b>	
- - - - -	
<b>Sous arbustive basse (&lt;2m)</b>	
- - - - - - - - -	



