

République algérienne démocratique et populaire

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



Université Dr Tahar Moulay, Saida



Faculté des sciences

Laboratoire d'environnement et des
ressources hydriques

Thèse

Présentée Par :

Bessaid Farah

En vue de l'obtention du diplôme de doctorat

3^{ème} cycle LMD

Spécialité : Aménagement et gestion durable des écosystèmes naturels

Thème

**Contribution à l'étude de la dynamique post-incendie
des formations végétales du parc national de
Tlemcen (Algérie occidentale)**

Soutenu le : , devant le jury composé de :

Président : Mr TERRAS Mohamed Professeur Université de Saida

Encadreur : Mr HASNAOUI Okkacha Professeur Université de Saida

Co-Encadreur : Mr BABALI Brahim M.C.A Université de Tlemcen

Examinateurs : Mr LABANI Abderrahmane Professeur Université de Saida

Mr MERZOUK Abdessamad Professeur Université de Tlemcen

Année universitaire :2021-2022

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier **Dieu** le tout puissant et miséricordieux de m'avoir donné la force et la patience d'accomplir ce travail de thèse.

En second lieu , il m'est particulièrement agréable d'adresser mes remerciements les plus respectueux à Monsieur Hasnaoui Okkacha professeur à la faculté des science de l'université Dr Tahar Moulay de Saida pour avoir accepté de diriger cette thèse de doctorat du début jusqu'à la fin, mais aussi mes sincères reconnaissances pour tous ses efforts fourni à mon égard tout au long de ce travail ; son savoir , ses critiques constructives , sa confiance mais surtout son encouragement et son soutien dans les moments difficiles , étaient pour moi d'un grand secours.

Ma très vive gratitude va aussi à Dr BABALI Brahim maître de conférences A, au niveau de la faculté des sciences de la nature et de la vie, des sciences de la terre et de l'univers de l'université Abou Bakr Belkaid de Tlemcen, pour avoir accepté de Co-encadrer ce travail mais aussi pour son aide très précieuse au cours des investigations sur terrain.

Aux membres de jury qui ont pris le soin de lire et d'apporter leurs visions sur le présent travail, qu'ils trouvent ici mon profond respect et ma reconnaissance scientifique.

Je tiens à remercier le Professeur TERRAS Mohamed – Université Dr Tahar Moulay de Saida- pour avoir accepté de présider le jury

Au Professeur LABANI Abderrahmane - Université Dr Tahar Moulay de Saida- pour avoir pris le soin d'examiner le travail

Au Professeur MERZOUK Abdessamad – Université Abou Bakr Belkaid – Tlemcen- pour avoir pris de son temps et analyser le présent travail

Au Conservateur des forêts de la wilaya de Tlemcen ainsi qu'au staff technique du service de protection de la faune et flore de m'avoir aussi apporté une aide inestimable dans la communication des différentes données concernant les feux de forêt à Tlemcen.

Un grand remerciement au directeur du Parc national de Tlemcen Monsieur MOUMANI Mohamed d'avoir accepté de m'accueillir au sein de leur établissement et de communiquer les informations nécessaires au bon déroulement de ce travail scientifique.

A monsieur DJAMEL Abdelhak cadre au niveau du parc national de Tlemcen, de m'avoir apporté tout son aide.

Un grand remerciement va aussi à monsieur BENAISSE Houcine cadre au niveau du parc National de Tlemcen, de m'avoir apporté tout son aide en tant que chercheur dans le domaine forestier.

A monsieur BENABDALLAH Rachid Chef de bureau prévention et lutte contre les incendies de forêts Direction générale des forêts, de m'avoir apporté toute l'aide nécessaire concernant les bilans d'incendies en Algérie.

Un grand remerciement va à monsieur REGAGUEBA Mohamed Chercheur au niveau de L'INRF station de Tlemcen pour m'avoir énormément aidé dans la réalisation de mon travail scientifique par sa maîtrise et connaissance en domaine cartographique et informatique.

Sans oublier de remercier Le directeur De la réserve de chasse de Tlemcen, Monsieur GHOMRI Ahmed d'avoir été compréhensive en m'aidant énormément dans mon parcours doctoral.

A monsieur Boulenouar Yassine, Inspecteur en chef des forêts, chef de bureau au niveau de la conservation de la wilaya de Rilizane.

A tous mes amies docteurs et enseignants Melle BARKA Fatiha, Mr KACHEKOUCHÉ Youssouf de m'avoir soutenues et aidé par leurs connaissances dans la réalisation de cette thèse doctorale.

A tous ceux et celles qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail qu'ils trouvent ici ma haute considération.

Je dédie cette thèse

A ma très chère mère

Source inépuisable de tendresse et de patience, ta prière et ta bénédiction ton aide et tes sacrifices afin que je puisse réussir m'ont été d'un grand secours tout au long de ma vie. Quoique je puisse dire et écrire, je ne pourrais exprimer ma grande affection et ma profonde reconnaissance. J'espère ne jamais te décevoir, ni trahir ta confiance et tes sacrifices.

Puisse dieu tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.

A mon très cher père

Jamais je ne pourrai exprimer mes remerciements en vers toi par de simples mots
Tu es et tu seras toujours un exemple pour moi par tes qualités humaines, en témoignage de tant d'années de sacrifices, de sollicitudes et d'encouragement pour que je puisse réussir dans la vie.

A mon très cher époux Farid

Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon amour et attachement pour toi.
Depuis que je t'ai connu, tu n'as cessé de me soutenir et de m'épauler, tu me voulais toujours la meilleure. Ton amour ne m'a procuré que confiance et stabilité.

Tu as partagé avec moi les meilleurs moments de ma vie, aux moments les plus difficiles tu étais toujours à mes cotés, tout au long de mes études universitaire tu étais toujours là et compréhensif.
Je te remercie de ne m'avoir jamais déçu.

Aucun mot ne pourrait exprimer ma gratitude mon amour et mon respect envers toi.

Puisse le grand DIEU te protéger, te procure santé et longue vie.

A mes adorables enfants

Ghislène, Mohammed Yacine, Kounouz El Firdaous , Radjae et mon petit Mouâd
Que DIEU vous protège tout au long de votre vie et vous procure santé et longue vie.

A mes frères Nadjim et Mohammed Ryad

A ma sœur Samira et ma petite nièce Inaya

A toute la famille Bessaïd et Bensadoun

A la mémoire de mes grands-parents, que dieu les accueille dans son vaste paradis
Sans oublier toutes mes amies et personnes qui m'ont aidé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Il me serait difficile de vous citer tous, vous êtes tous dans mon cœur, affectueusement.

Farah

Résumé

Résumé

Le facteur de dégradation le plus inquiétant des forêts est l'incendie qui bénéficie de conditions physiques et naturelles favorables à son éclosion et à sa propagation. L'Algérie, à l'instar des autres pays de la méditerranée, paye un lourd tribut. Il faut reconnaître que les incendies deviennent désastreux ces dernières décades. 30 000 hectares en moyenne sont brûlés annuellement menaçant l'équilibre écologique du pays.

Cette étude vise à cerner la dynamique post-incendie des espèces structurantes des forêts du parc national de Tlemcen (Ouest Algérien). C'est dans ce contexte que s'inscrit le présent travail. Ce dernier s'appuie sur des observations et un suivi des sites incendiés. L'objectif est de montrer concrètement la résilience de *Quercus suber* et *Quercus ilex*, espèces phares du parc national de Tlemcen, afin de développer une stratégie de conservation et dégager un modèle de succession après le passage d'un feu. Un protocole expérimental a été mis en place dans le but d'évaluer la régénération de la végétation.

Les mesures morpho-métriques post-incendie ont été réalisées durant trois années de suite (T1, T2 et T3) pendant la bonne période phénologique.

Les elongations observées oscillent entre 22,6 cm et 17,9 cm en première année ; de 46,16 cm à 36,5 cm pour la deuxième année et 95,2 cm à 67,3 cm en troisième année en faveur de *Quercus ilex*. Les analyses comparatives inter mensuelles et interannuelles révèlent que, dans les mêmes conditions stationnelles, *Quercus ilex* présente une adaptabilité aux feux mieux que *Quercus suber*. Les différentes mesures enregistrées présentent une elongation de 20,95 % en faveur de *Quercus ilex* en première année, 20,92 % en deuxième année et de 29,30 % en troisième à l'avantage de l'*ilex*. Une compétition pour la reconquête de l'espace incendié s'installe après les feux. Quant aux autres espèces on note une auto-succession dont les espèces chamaephytiques sont les plus favorisées.

Le suivi post-incendie des différents groupements de la zone d'étude nous a permis de dégager la compétitivité intra-spécifique des différentes espèces. Nous avons pu dégager la physionomie végétale trois ans après le feu. Une dynamique « tigrée » a été constatée où les espèces pyrophytiques prennent le dessus c'est le cas d'*Ampelodesma mauritanica*, *Cistus albidus*, *Cistus monspeliensis*.

Mots clés : *Quercus suber*, *Quercus ilex*, incendie, régénération, dynamique, Parc national de Tlemcen

Abstract

The most worrying factor in forest degradation is fire, whose outbreak and spread is favored by physical and natural conditions. Algeria, like other Mediterranean countries, is paying a high cost. It must be recognized that forest fires have become disastrous in the last decades. An average of 30,000 hectares is destroyed every year, threatening the country's ecological balance. This study aims to identify the post-fire dynamics of forest structuring species in Tlemcen National Park (Western Algeria). This work is written in this context. It is based on observations as well as a monitoring of burned sites. The aim is to show concretely the resilience of cork Oak (*Quercus suber*) and holm Oak (*Quercus ilex*), the flagship species of Tlemcen National Park, in order to develop a conservation strategy and identify a succession model after a fire. An experimental protocol has been put in place to assess vegetation regeneration. Post-fire morphometric measurements were performed three years in a row (T1, T2 and T3) during the adequate phenological period. The observed elongations range from 22.6 cm to 17.9 cm in the first year; 46.16 cm to 36.5 cm in the second year and 95.2 cm to 67.3 cm in the third year in favour of holm Oak. Monthly and inter-year comparative analyses reveal that, under the same site conditions, holm Oak shows a better adaptability to fires than cork Oak. The various measures recorded show an elongation of 20.95% in favour of holm Oak in the first year, 20.92% in the second year and 29.30% in the third year in favour of the holm Oak. A competition for the recapture of the burnt space takes place after the fires. As for the other species, there is a self-succession where chamephytic species are the most favoured.

Post-fire monitoring of the different groups in the study area enabled us to achieve the intra-specific competitiveness of the different ones. We were able to imagine the plant physiognomy three years after the fire. A "tiger" dynamic has been observed where pyrophyte species take the upper hand, such as *Ampelodesma mauritanica*, *Cistus albidus*, *Cistus monspeliensis* etc.

Key words: Cork Oak; holm Oak; fire; dynamic; Regeneration; Tlemcen National Park.

ملخص

العامل الأكثر إثارة للقلق في تدهور الغابات هو الحرائق، التي تستفيد من الظروف المادية والطبيعية المواتية لتفتيتها وانتشارها. الجزائر، مثل دول البحر الأبيض المتوسط الأخرى ، تدفع تمناً باهطاً. يجب الاعتراف بأن الحرائق أصبحت كارثية في العقود الأخيرة. يتم نهب 30000 هكتار في المتوسط سنوياً مما يهدد التوازن البيئي للبلاد.

تهدف هذه الدراسة إلى التعرف على ديناميكيات ما بعد الحريق لأنواع المهيكلة لغابات منتزه تلمسان الوطني (غرب الجزائر). هذا هو السياق الذي يناسب هذه المقالة. يعتمد هذا العمل على ملاحظات ورصد الواقع المحترق. الهدف هو إظهار مرونة *Quercus* *Quercus ilex suber* ، وما النوعان الرئيسيان في منتزه تلمسان الوطني ، من أجل تطوير استراتيجية حماية وتحديد نموذج للخلافة بعد مرور حريق. تم وضع بروتوكول تجريبي لتقييم تجدد الغطاء النباتي.

تم إجراء القياسات التكميلية بعد الحريق لمدة ثلاث سنوات متتالية (T1 و T2 و T3) خلال الفترة الفيزيولوجية الصحيحة. الاستطلاعات الملاحظة تتراوح بين 22.6 سم و 17.9 سم في السنة الأولى ، من 46.16 سم إلى 36.5 سم للسنة الثانية و 95.2 سم إلى 67.3 سم في السنة الثالثة لصالح *Quercus ilex*. تكشف التحليلات المقارنة بين الشهريّة والسنويّة أنه ، في ظل ظروف المحطة نفسها ، يُظهر *Quercus ilex* قدرة أفضل على التكيف مع الحرائق من *Quercus suber*. تظهر القياسات المختلفة المسجلة استطالة بنسبة 20.95% لصالح *Quercus ilex* في العام الأول ، و 20.92% في السنة الثانية و 29.30% في السنة الثالثة لصالح *Quercus ilex*. تبدأ مناسبة لاستعادة المساحة المحترقة بعد الحرائق. أما بالنسبة لأنواع أخرى ، فهذا تأكيد ذاتي يغير الأنواع التصاميمية الأكثر تفضيلاً.

سمحت لنا مراقبة ما بعد الحريق للمجموعات المختلفة في منطقة الدراسة بتحديد القراءة التنافسية البيئية للمجموعات المختلفة. تمكنا من تحديد ملامح النبات بعد ثلاث سنوات من الحريق. لوحظ وجود ديناميكية "النمر" حيث تتولى أنواع البيروفيتية ، مثل *Cistus monspeliensis* و *Cistus albidus* و *Ampelodesma amauritanica* ... الخ

الكلمات المفتاحية. البلوط الفليني، البلوط أخضر، النمو، غابة زاريفت، جبال تلمسان

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
M.O	Matière organique
C	Carbone organique
N.T	Azote total
C.E	Conductivité électrique
C.L	Chêne liège
C.L.I	Chêne liège incendié
C.L.T	Chêne liège témoin
C.V	Chêne vert
C.V.I	Chêne vert incendié
C.V.T	C.V.T : Chêne vert témoin
P.I	Post-incendie
F.D	forêt domaniale
%	Pourcentage
D.G.F	direction générale des forêts
P.N.T	Parc national de Tlemcen
Cm	Centimètre
Ha	Hectare
T P F	Tranché par feu
D.S.A	Direction des services agricoles
P.I	Post-incendie
T	Témoin

Liste des figures

	Page
Figure 01: Superficies incendiées durant la période 1963-2012	10
Figure 02 : Nombre de départ de feux durant la période 1980-2012	10
Figure 03 : Distribution annuelle des superficies forestières brûlées dans la wilaya de Tlemcen entre 1980 et 2015	11
Figure 04 : superficie incendiée par an dans la wilaya de Tlemcen	14
Figure 05 : nombre d'incendies par an dans la wilaya de Tlemcen	15
Figure 06: Evolution des incendies durant les 10 dernières années de la région de Tlemcen	16
Figure 07: Superficie incendiée des daïras des monts des Traras	17
Figure 08 : Superficie incendiée des daïras des monts des Traras durant les 20 dernières années	17
Figure 09 : superficie incendiée des communes des monts des Traras	18
Figure 10 : Bilan des incendies des monts des Traras des deux dernières décades	18
Figure 11 : Superficie incendiée dans les Monts de Tlemcen (1994-2014)	19
Figure 12 : Superficie incendiée dans les communes des Monts de Tlemcen (1994-2014)	20
Figure 13 : Bilan des stations les plus incendiées dans les Monts de Tlemcen et des Traras entre 1994 et 2014	21
Figure 14: Superficie forestière des stations d'étude	21
Figure 15 : Superficie incendiée des stations d'étude des 20 dernières années	22
Figure 16 : Taux de surface incendiée des stations d'étude durant 20 ans (1994-2014)	22

Figure 17 : L'évolution des incendies dans la commune de BENI SMIEL Durant les deux dernières décades (1994-2014)	23
Figure 18 : Evolution des incendies dans la commune d'Ain-Tellout durant les deux dernières décades	24
Figure 19 : Evolution des incendies dans la station de Nedroma durant 20 ans.	24
Figure 20 : Evolution des incendies dans la station de Beni Ouarsous	25
Figure 21 : Evolution des incendies des monts de Tlemcen durant les deux dernières décades	25
Figure 22 : Evolution des incendies des monts des Traras durant les deux dernières décades	27
Figure 23 : Nombre de foyers en pourcentage pour la période (1994-2014)	28
Figure 24 : Comparaison entre le nombre de Foyers et la superficie incendiée des deux principaux ensembles (pendant 20 ans).	29
Figure 25 : Comparaison entre le nombre de Foyers et la superficie incendiée dans les deux communes des monts de Tlemcen (pendant 20 ans).	29
Figure 26 : Comparaison entre le nombre de Foyers et la superficie incendiée des deux communes des monts des Traras (pendant 20 ans).	30
Figure 27 : Superficies brûlées en pourcentage pour la période (1994-2014)	31
Figure 28 : Superficies brûlées par formation (1994-2014)	34
Figure 29 : Part des foyers dans les 24h de la journée dans les monts de Tlemcen	32
Figure 30 : Part des foyers dans les 24h de la journée dans les monts des Traras	32
Figure 31 : Comparaison de la vitesse d'intervention dans les deux zones d'étude (monts des Traras et monts de Tlemcen)	32
Figure 32 : Essai Cartographique de la sensibilité des communes aux incendies de la wilaya de Tlemcen (monts des Traras et monts de Tlemcen)	34
Figure 33 : Essai cartographique de la sensibilité aux incendies dans la région de Tlemcen	35
Figure 34 : Evolution des incendies de forêts de la wilaya de Tlemcen (2015-2020)	38

Figure 35 : Evolution des incendies de forêts du parc national de Tlemcen durant les vingt dernières années (2000-2020)	40
Figure 36 : Evolution des feux de forêts au niveau de Zariffet durant la dernière décennie (2011-2020)	41
Figure 37 : Aire de répartition du chêne liège (<i>Quercus suber</i>) en Algérie	44
Figure 38 : Aire de répartition naturelle du chêne vert (<i>Quercus ilex</i>)	48
Figure 39 : Carte de situation géographique du Parc national de Tlemcen	50
Figure 40 : Localisation de la zone d'étude	52
Figure 41 : Carte géologique du Parc national de Tlemcen	53
Figure 42 : Carte des types pédologiques dans Parc national de Tlemcen	55
Figure 43 : Diagramme ombrothermique de la station de Saf-Saf.	63
Figure 44 :Diagramme ombrothermique de la station de Hafir.	63
Figure 45 : Diagramme ombrothermique de la station de Meffrouche	63
Figure 46 : Quotient Pluviothermique d'Emberger (Q_2) des trois stations de référence	64
Figure 47 : Schéma du protocole expérimental utilisé dans la station d'étude	68
Figure 48 : Sensibilité à la brûlure des rameaux de <i>Quercus suber</i> Amandier ; (2004)	75
Figure 49 : Réponse fonctionnelle (cm) du <i>Quercus suber</i> (Cork oak)	77
Figure 50 : Réponse fonctionnelle (cm) du <i>Quercus ilex</i> (Holm oak) sur une période de trois ans	78
Figure 51 : Moyenne de la réponse fonctionnelle des deux types de chênes	78
Figure 52 : Evolution de la Régénération post-incendie du <i>Quercus suber</i> , <i>Quercus ilex</i> durant l'année 2017	81

Figure 53 : Evolution de la Régénération post-incendie du <i>Quercus suber</i> , <i>Quercus ilex</i> durant l'année 2018	81
Figure 54 : Evolution de la Régénération post-incendie du <i>Quercus suber</i> , <i>Quercus ilex</i> durant l'année 2019	82
Figure 55 : Moyenne de la régénération du <i>Quercus suber</i> au cours des trois ans d'étude	82
Figure 56 : Moyenne de la régénération du <i>Quercus ilex</i> au cours des trois ans d'étude	83
Figure 57 : Evolution de la moyenne de régénération au cours des années (2017-2018-2019)	83
Figure 58 : Corrélation entre chêne vert et chêne liège en 2017	84
Figure 59 : Corrélation entre chêne vert et chêne liège en 2018	84
Figure 60 : Corrélation entre chêne vert et chêne liège en 2019	85
Figure 61 : Corrélation du chêne vert au cours des trois ans post-incendie	85
Figure 62 : Corrélation du chêne liège au cours des trois ans post-incendie	86
Figure 63 : Angles de croissance du <i>Quercus ilex</i> et <i>Quercus suber</i> en 2017 Pendant (Avril-Mai et Mai-Juin)	87
Figure 64 : Angles de croissance du <i>Quercus ilex</i> et <i>Quercus suber</i> en 2018 Pendant (Avril-Mai et Mai-Juin)	88
Figure 65 : Angles de croissance du <i>Quercus ilex</i> et <i>Quercus suber</i> en 2019 Pendant (Avril-Mai et Mai-Juin)	89
Figure 66 : Angles de croissance du <i>Quercus ilex</i> et <i>Quercus suber</i> en 2017 Pendant (Avril-Juin)	90
Figure 67 : Angles de croissance du <i>Quercus ilex</i> et <i>Quercus suber</i> en 2018 Pendant (Avril-Juin)	91
Figure 68 : Angles de croissance du <i>Quercus ilex</i> et <i>Quercus suber</i> en 2019 Pendant (Avril-juin)	92
Figure 69 : Distribution des familles dans la station témoin	120
Figure 70 : Distribution des familles dans la station post-incendie	120

Liste des photos

	<u>Page</u>
Photo 01 : Critères de reconnaissances du chêne liège (<i>Quercus suber</i>)	46
Photo 02 : Critères de reconnaissances du chêne vert (<i>Quercus ilex</i>)	47
Photo03 : Station post-incendie, Forêt domaniale Zariffet	69
Photo04 : Forêt calcinée après incendie	69
Photo05 : Station témoin, forêt domaniale Zariffet	70
Photo 06 : Mesures de la régénération de la végétation post-incendie, Zariffet	71
Photo 07 : Incendie du 24-10-2016	72
Photo 08 : Forêt de Zariffet vue du ciel	72
Photo 09 : Paysage post-incendie au niveau de la station incendiée	73
Photo 10 : Diversité floristique au niveau du site d'étude post-incendie	74
Photo 11 : Dégâts causés par l'incendie de la forêt de Zariffet (24-10-2016)	76
Photo 12 :Régénération du <i>Quercus suber</i> après 1 an	79
Photo 13 :Régénération du <i>Quercus suber</i> après 3 ans	79
Photo 14 : Rejet de souche de <i>Quercus ilex</i> après 20 mois du passage du feu	80

Liste des tableaux

	<u>Page</u>
Tableau 01 : Les zones incendiées entre 2002 et 2013, par pays	08
Tableau 02: Superficie de principales essences forestières dans la région de Tlemcen	13
Tableau 03 : Superficies forestières des principales Monts de la région de Tlemcen	14
Tableau 04: Evolution des incendies durant les 10 dernières années de la région de Tlemcen	15
Tableau 05 : Superficie incendié durant les six dernières années en Ha	38
Tableau 06: Evolution des incendies de forêts au niveau du parc national de Tlemcen	39
Tableau 07: Evolution des incendies de forêts au niveau de la forêt domaniale de Zariffet	40
Tableau 08: Distribution géographique et nombre d'espèces chez les Principaux genres des Fagacées	42
	43
Tableau09 : Répartition des forêts productives de chêne-liège par wilaya	51
Tableau 10 : Principales forêts domaniales du parc national de Tlemcen	55
Tableau 11 : Distribution des pentes du Parc national de Tlemcen	55
Tableau 12 : Répartition Saisonnière des pluies (en mm)	59
Tableau 13: Moyennes Mensuelles des précipitations (en mm) et des Températures (en °C)	59
Tableau 14 : Indice de sécheresse des stations de référence	62
Tableau15: Etage bioclimatique des stations de référence	64
Tableau 16 : Elongation de la régénération de <i>Quercus suber</i> et <i>Quercus ilex</i>	76
Tableau 17: Elongation comparative des deux <i>Quercus</i> dans le temps	71
Tableau 18 : Moyenne d'elongation du <i>Quercus ilex</i> , <i>Quercus suber</i> en 2017	81
Tableau 19: Moyenne d'elongation du <i>Quercus ilex</i> , <i>Quercus suber</i> en 2018	81
Tableau 20 : Moyenne d'elongation du <i>Quercus ilex</i> , <i>Quercus suber</i> en 2019	82
Tableau 21 : Moyenne de la régénération du <i>Quercus suber</i> au cours des trois ans d'étude	82

Tableau 22 : Moyenne de la régénération du <i>Quercus ilex</i> au cours des trois ans d'étude	83
Tableau 23 : Angles de croissance du <i>Quercus suber</i> et <i>Quercus ilex</i> période (2017-2018-2019)	108
Tableau 24 : Angles de croissance du <i>Quercus suber</i> et <i>Quercus ilex</i> période durant la période phénologique (2017-2018-2019)	108
Tableau 25 : Fréquence des espèces recensées dans le site témoin et le site incendié	113
Tableau 25 : Fréquence des espèces recensées dans le site témoin et le site incendié	118

Sommaire

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

Partie I : Analyse bibliographique

Chapitre I : Synthèse bibliographique des feux de forêts	06
I- Les feux de forêts	06
I-1-En méditerranée	06
I-2-En Algérie	09
I-3-Tlemcen	10
Chapitre II : Bilan des feux de forêts de la wilaya de Tlemcen	12
Introduction	12
I-Le bilan d'incendies	12
II-Principales forêts domaniales	13
III-Essences forestières constitutives	13
IV-Bilan des incendies dans la wilaya de Tlemcen	14
IV-1-Le bilan des incendies des monts des Traras	16
IV-2-Le bilan des incendies dans les monts de Tlemcen	19
V-Analyse comparative des deux grands ensembles	21
VI-Nombre de foyers	27
VI-1-Dans la wilaya de Tlemcen	28
VI-1-1-Dans les monts de Tlemcen	28
VI-1-2- Dans les monts des Traras	29
VII-Répartition spatio-temporelles des feux	30
VIII-Superficies brûlées par formation	30
IX- Moment d'éclosion des feux dans la journée	31
IX-1-Pour les monts de Tlemcen	31
IX-2-Pour les monts des Traras	32
X-La vitesse d'intervention	32
XI-Essai cartographique des feux de forêts	33
Conclusion	36
Chapitre III : Feux de forêts du Parc national de Tlemcen (2011-2020)	37
Introduction	37

I-Bilan des feux de forêts de la wilaya de Tlemcen	38
II-Bilan des feux de forêts du parc national de Tlemcen	39
III-Bilan des feux de forêts de Zariffet	40
Conclusion	41
Chapitre IV : Systématique, Taxonomie et écologie du <i>Quercus suber</i>&<i>Quercus ilex</i>.	42
I-Historique des chênes	42
II –Chêne liège (<i>Quercus suber</i>)	43
II-1-Aire de répartition	43
II-2-Systématique du chêne liège (<i>Quercus suber</i>)	44
II-3-Caractéristiques botaniques	44
II-4-Ecologie du <i>Quercus suber</i>	46
III-Chêne vert (<i>Quercus ilex</i>)	47
III-1-Aire de répartition	48
III-2-Systématique du <i>Quercus ilex</i>	48
III-3-Caractéristiques botaniques	48
III-4-Ecologie du <i>Q.ilex</i>	49

Partie II : Cadre physique

Chapitre I : Synthèse du milieu	50
I-Présentation de la zone d'étude (Parc national de Tlemcen)	50
II-Description de la station d'étude (Forêt domaniale de Zariffet)	51
III-Caractéristiques générales de la zone d'étude	52
III-1-Caractéristiques Géologiques	52
III-2-Caractéristiques Pédologiques	53
III-3- Caractéristiques du relief	55
Chapitre II : Synthèse bioclimatique	56
Introduction	56
I-Méthodologie	57
II- Les facteurs climatiques	57
II-1-Critères pluviométriques	57
II-1-1-Pluviosité	57

II-1-2- Régime Saisonnier Des Précipitations	58
II-2-Critères thermiques	60
II-2-1-les températures moyennes mensuelles :	60
a-La température moyenne des maxima du mois le plus chaud « M »	60
b- Les températures moyennes des minima du mois le plus froid « m »	60
III-Indice de Sécheresse estivale	61
IV-Synthèse bioclimatique	62
IV-1-Les diagrammes ombrothermiques de Bagnauls et Gaussens	62
IV-2-Le quotient pluviothermique d'Emberger Q ₂	63
Conclusion	65
Chapitre III : Méthodologie de travail	66
I-Méthode d'échantillonnage	66
II-Protocole expérimentale	66
III-Choix de la zone d'étude	68
IV- Choix des stations	68
IV-1-Station post-incendie	68
IV-2-Station témoin	70
V-Mesure dendrométrique et choix des périodes	70
VI-Végétaux ciblés	71
VII-Régénération floristique	72

Partie III : Résultats et discussion

Chapitre I : Dynamique post-incendie des essences clés de la forêt de Zariffet	75
Introduction	75
I-Régénération morpho-métrique du <i>Quercus suber</i>	76
II-Régénération morpho-métrique du <i>Quercus ilex</i>	77
III-Analyse comparative des réponses post-incendies	78
IV-Analyse inter-mensuelle des réponses des deux chênes	79
V-Analyse comparative annuelle :	81
V-1-Moyenne de la régénération du <i>Quercus suber</i> et <i>Quercus ilex</i> au cours de l'année 2017	81

V-2-Moyenne de la régénération du <i>Quercus suber</i> et <i>Quercus ilex</i> au cours de l'année 2018	81
V-3-Moyenne de la régénération du <i>Quercus suber</i> et <i>Quercus ilex</i> au cours de l'année 2019	82
VI-Résultats obtenus après des analyses statistiques	82
VII-Les coefficients de corrélation entre les deux types de chêne (<i>Quercus suber</i> et <i>Quercus ilex</i>)	84
VIII-Les coefficients de corrélation des deux types de chêne (<i>Quercus suber</i> et <i>Quercus ilex</i>) et le temps (T1, T2, T3)	85
IX-Compétitivité régénératrice des deux types de <i>Quercus</i>	86
X-Etude et comparaison des Angles de croissance du <i>Quercus ilex</i> et <i>Quercus suber</i>	87
Conclusion	109
Chapitre II : Succession floristique post-incendie de la forêt de Zariffet	111
Introduction	111
I-Remontée Biologique	112
II-Evolution floristique de la succession	118
Conclusion	121
Conclusion générale et perspective	122
Références bibliographiques	124
Annexe	134
Publications internationales	145

Publication internationale

Post-fire regeneration of cork Oak and holm Oak at Tlemcen National Park (Western Algeria)

Farah Bessaïd^{1,*}, Okkacha Hasnaoui^{2,1}, Brahim Babali³ & Sid Ahmed Aouadj³

¹Laboratory of Water Resources and Environment, University of Saida Dr. Moulay Tahar, Algeria.

²Faculty of Science, University of Saida Dr. Moulay Tahar, Algeria; e-mail: okkacha.hasnaoui@univ-saida.dz, okhas-naoui2001@yahoo.fr

³Laboratory of Ecology and Management of Natural Ecosystems, Department of Ecology and environment, Faculty of Nature and Life Sciences and Earth and Universe Sciences, Abou Bakr Belkaïd University, Tlemcen, Algeria.

*Corresponding author, email: farah.bessaïd@univ-saida.dz, bessaïdfarah@yahoo.com

ABSTRACT The most worrying factor in forest degradation is fire, whose outbreak and spread is favored by physical and natural conditions. Algeria, like other Mediterranean countries, is paying a high cost. It must be recognized that forest fires have become disastrous in the last decades. An average of 30,000 hectares is destroyed every year, threatening the country's ecological balance. This study aims to identify the post-fire dynamics of forest structuring species in Tlemcen National Park (Western Algeria). This article is written in this context. This work is based on observations as well as a monitoring of burned sites. The aim is to show concretely the resilience of cork Oak (*Quercus suber* L.) and holm Oak (*Q. ilex* L.), the flagship species of Tlemcen National Park, in order to develop a conservation strategy and identify a succession model after a fire. An experimental protocol has been put in place to assess vegetation regeneration. Post-fire morphometric measurements were performed three years in a row (T1, T2 and T3) during the adequate phenological period. The observed elongations range from 22.6 cm to 17.9 cm in the first year; 46.16 cm to 36.5 cm in the second year and 95.2 cm to 67.3 cm in the third year in favour of holm Oak. Monthly and inter-year comparative analyses reveal that, under the same site conditions, holm Oak shows a better adaptability to fires than cork Oak. The various measures recorded show an elongation of 20.95% in favour of holm Oak in the first year, 20.92% in the second year and 29.30% in the third year in favour of the holm Oak. A competition for the recapture of the burnt space takes place after the fires. As for the other species, there is a self-succession where chamaephytic species are the most favoured.

KEY WORDS Cork Oak; holm Oak; fire; Regeneration; Tlemcen National Park.

Received 18.10.2020; accepted 16.03.2021; published online 30.06.2021

INTRODUCTION

Forests in the Mediterranean region offer significant systemic services; however, they are heavily impacted. Lavorel et al. (2006) note that forest fires are a major threat to Mediterranean forests as they have an impact on plants, animals and forest managers' activities.

In hot periods, mainly in summer and early autumn, forest managers are often called upon to manage fires that outbreak here and there and to predict reliable models for risk assessing. Today these risks increase with climate change.

Pinal et al. (1998) find that in the Mediterranean region, summer and early autumn are rather dry and thus, forests become potentially more vulnerable to

fires. Le Houerou (1980) finds that over time, the Mediterranean forest goes on burning. He estimates that an average of more than 200,000 hectares of forest burn each year in the Mediterranean basin; while Valez (1990) estimates that 700,000 to 100,000 hectares are devastated each year.

Algeria, a country in the southern Mediterranean, has not been spared by this scourge. In 2002 Madaoui gave the history and the toll of forest fires in Algeria. Missoumi et al. (2004) argue that the forest area in Algeria does not exceed 1790000 ha or 1% of the country's total area. These same authors state that by adding regressive forest formations whose evolution is uncertain such as scrub, brush and alfa-grass formations, the vegetation cover would be 3879000 ha or 2%.

These plant formations are hit hard by fires. An average of 30,000 hectares is lost every year. According to the work of Benderradj et al. (2004), the area that is burned per fire varies in accordance with its situation: the Northeast (N.E.), the Central North (C.N.) and the Northwest (N.W.) of the country. The statistical report is 51 ha in the N.O., 37 ha in the N.E. and only 18 ha in the C.N. When we read these figures we find that the N.O. part is more exposed to fires than other parts of the country. This difference is probably due to the nature of the substrate, the geomorphology of the terrain, the floristic composition and the slow response of fire managers.

Many works on western Algerian forests have been devoted to the development of forest plant structures (Bouhraoua, 2003; D.G.F., 2004; C.F.T., 2008; Letreuch-Belarouci, 2009; Bouhraoua et al., 2014; Belgherbi & Benabdelli, 2015).

Tlemcen National Park, which is an integral part of northwestern Algeria, is experiencing a worrying problem in the evolution of plant stands as a result of repetitive fires, overgrazing and forest clearing. These formations essentially consist of *Quercus suber*, *Q. ilex*, *Q. faginea*, *Arbutus unedo*, *Pinus halepensis*, *Acer monspeliensis*, *Catalpa spinosa*, *Rhamnus alaternus*, *Cistus monspeliensis*, *C. salviifolius*, *Clematis flammula*, *Chamaerops humilis*, *Daphne gnidium*, *Erica arborea*, *E. scoparia*, *Helichrysum stoechas*, *Lavandula stoechas*, *Lonicera implexa*, *Osyris alba*, *Viburnum tinus*, *Phillyrea angustifolia*, *Ruscus aculeatus*, *Sarrothamnus scoparius*, *Smilax aspera*.

The aim of this work is a contribution to find out the post-fire reactions of the flagship species of the

forest formations of Tlemcen National Park, after the October 2016 fire which caused great damage to the plant structures in place. More specifically, the aim is firstly to understand the regenerative variation over time, of two key species of these formations: cork Oak (*Quercus suber* L.) and holm Oak (*Q. ilex* L.); and secondly to determine the model of plant succession.

MATERIAL AND METHODS

Study area

The Zariffet Natural Forest is located 5 km southwest of the town of Tlemcen. It covers an area of 926 hectares, divided into 4 cantons (Boudy, 1952). It is a mountain Oak forest developing on a very rugged terrain whose altitude oscillates between 1000 and 1217 m. In administrative terms, the Zariffet forest massif falls under the forestry district of Tlemcen. It is limited to the north by the municipality of Mansourah, to the south by the ridges of Beni Bahdel, to the east by Terny and to the west by the municipalities of Zelboun and Béni Master.

A part of Tlemcen National Park was hit by a fire in 2016 ($1^{\circ}38'1''W$; $34^{\circ}83'55''N$) which devastated dozens of hectares, changing the landscape (Fig. 1). This disaster was followed by a plant response that led to a succession which was based on the nature of the burned taxa, the soil, the topography, the violence of fire and the climate.

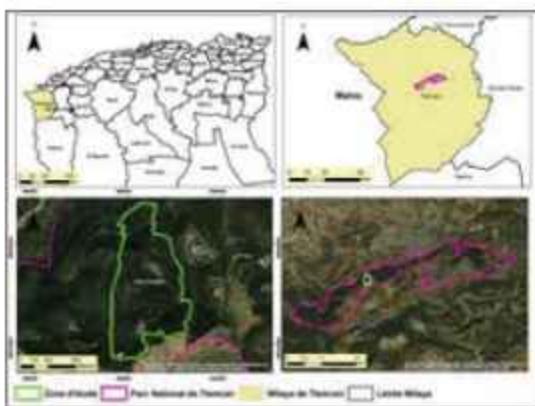


Figure 1. Location of the study area (Zariffet State Forest, Tlemcen National Park).

Methods

In this context we have selected two of the most abundant species of the forest, the cork Oak and the holm Oak. These two taxa dominate the forest formation of the national park. In terms of ecological requirements, these species tend to be heliophile, thermophile, xerophile to mesoxerophile (sometimes mesophile), acidiphile with large trophic amplitude (Rameau et al., 1989) and rustic. According to the same authors, the holm Oak has a taproot system, well developed from the first year, which gives it the ability to thrive in inhospitable environments (arid, rocky, limestone).

In the park, both species grow well in their biotope. It should be noted that the cork of the cork Oak is used for commercial purposes.

The fire that occurred on 24.X.2016 caused a loss of 80 ha or almost 9% of the forest area. To better understand the responses to the trauma caused by the fire we carried out a post-fire follow-up. This operation lasted three years in a row (2017 [T1]-2018 [T2]-2019 [T3]). An experimental protocol was developed to achieve our expectations. We placed fixed and geo-referenced milestones on a 500 m long transect. On the route we randomly selected five squares of 100 m² each.

Inside each square we spotted the trees on which the follow-up would be done. Twenty trees for each species (four trees per square) were retained, and on each tree, 5 measurements were performed each year in April, May and June. During our follow-up we considered the elongation of twigs and/or stump shoots. The various measurements were treated statistically.

RESULTS AND DISCUSSION

Basing our work on indirect visual cues such as the degree of vegetation burnt, the appearance of the burnt soil surface and the vegetation residues, we were able to identify the degree of alteration caused by the fire. According to the evidence left on the ground where we noted a cleaned soil and charred trees on the one hand and by using Amandier's work (2004) as a support on the other hand, we deduced that the fire that devastated the forest of Zarifet was a third-degree fire. In addition, Amandier (2004) showed the degree of fire sensitivity of the different parts of the cork Oak (Fig. 2). In this work it was shown that the upper parts of this species indicate the intensity of the fire and that the damage is related to the age of the tree and therefore the thickness of the cork.

In our case, the fire reduced the density of stands by destroying smaller trees and preferentially reducing the average and large trees on the one hand and devouring the chamaephytes and therophytes on the other hand (Fig. 3). It should be noted that the structure of the cork O. consists of: very large wood, large wood, medium wood, small wood, poles and saplings; and thus the impacts are different depending on the parts affected by the fire.

Morpho-metric regeneration of cork Oak

In Mediterranean ecosystems, the species existing before the fire are found again immediately after, but in different proportions: we then speak of self-succession (Hanes, 1971). The regeneration

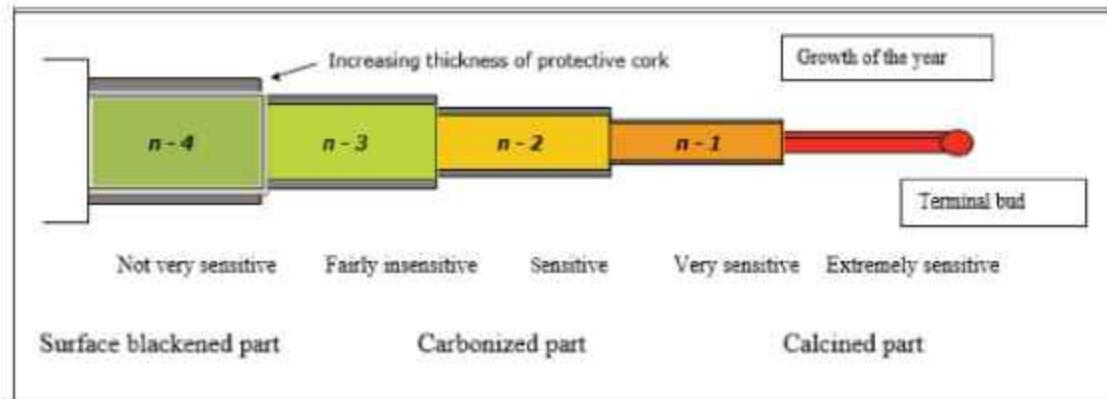


Figure 2. Sensitivity to burning of cork Oak (Amandier, 2004).



Figure 3. Damage caused by forest fire at Zariffat (Tlemcen National Park: rest of the fire (24.X.2016) (to the left) and intervention of forest managers (to the right).

Year	Nature of species	April	May	June	Average
		Lengths of twigs and / or shoots (cm)			
T1- (2017)	holm Oak	9.1	14.7	22.7	22.7
	cork Oak	6.5	10.9	17.9	17.9
T2- (2018)	holm Oak	27.8	34.3	46.2	46.2
	cork Oak	20.3	25.7	36.5	36.5
T3- (2019)	holm Oak	51.1	68.5	95.9	95.2
	cork Oak	40.3	49.6	67.3	67.3

Table 1. Extended oak regeneration cork and holm Oak.

time varies depending on the biological type and the nature of the plant as well as the frequency of the fires. The obtained results were treated statistically. The average of these measurements represents the length of regeneration of the species at the moment T1, T2 and T3 (Table 1). It should be noted that in each times T1, T2 and T3 three one month-spaced measurements were carried out (end of April, end of May and end of June).

On the site we found that cork Oak had twig and stump shoots regenerations, while holm Oak had stump shoots only. The stump shoots occurred at the base of the burned tree trunk.

The analysis of the elongations of the two species shows that the responses of the two taxa follow a model of direct regeneration or self-succession. Nevertheless, the upper part of the cork Oak

is protected by cork, which explains its adaptation to fires.

At T1 time (i.e. 08 months after the fire) cork Oak regeneration records an average of 17.9 cm with a standard deviation of ± 5.31 ; in T2 (20 months later) an average of 36.5cm was recorded with a standard deviation of ± 10.35 and in T3 (32 months later), the average length of new twigs is 67.3cm with a standard deviation of ± 13.41 (Fig. 4). The response is important in T3 and the appearance of the forest gradually recovers its original state.

It should be noted that forest managers have faced the problem of cork Oak regeneration since the beginning of the 20th century; the rarity and difficulty of natural regeneration and the uncertain results of regeneration operations by stem shoots or

artificial seedlings were then recognized (Marion, 1956).

Morphometric regeneration of holm Oak

Holm Oak is also very well represented in our study area from a dominance-abundance point of view. The shoots are reconstructed by stem shoots and the obtained measurements after 32 months show the taxon's ability to recover the environment. The results are as follows: the average is 22.7 cm in T1 with a standard deviation of ± 9.99 ; 46.2 cm in T2 with a standard deviation of ± 20.10 and 95.2 cm with a standard deviation of ± 38.77 in T3 (Fig. 5).

Comparative analysis of post-fire responses

The distribution of the 18 taxa at the seven sta-

tions in the study area is heterogeneous according to environmental variables (including rugged terrain and a mixture of various plant species) (Fig. 6). Both oak species are fire resistant, and are highly stable according to Connell & Stasyer (1977); they are characterized by a very wide elasticity associated with high persistence and good regeneration.

Inter-monthly analysis of the responses of the two Oaks species

Overall, the inter-monthly elongations in the space time (2017–2019) is more appreciable for holm Oak, in other words, there is faster regeneration for holm Oak than for cork Oak (Table 2). The first works on forest successions date back to Clements (1963). However, it was Gleason (1917)

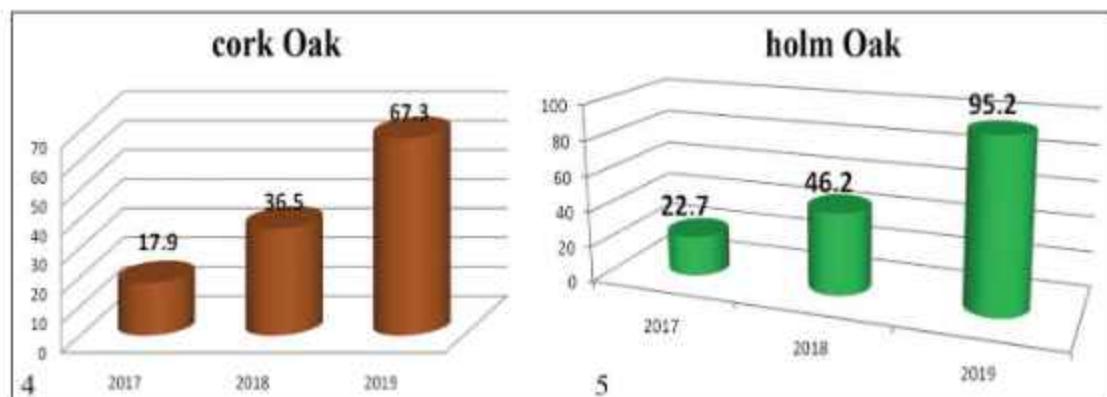


Figure 4. Functional response of the cork Oak (cm). Figure 5. Functional response of the holm Oak (cm).

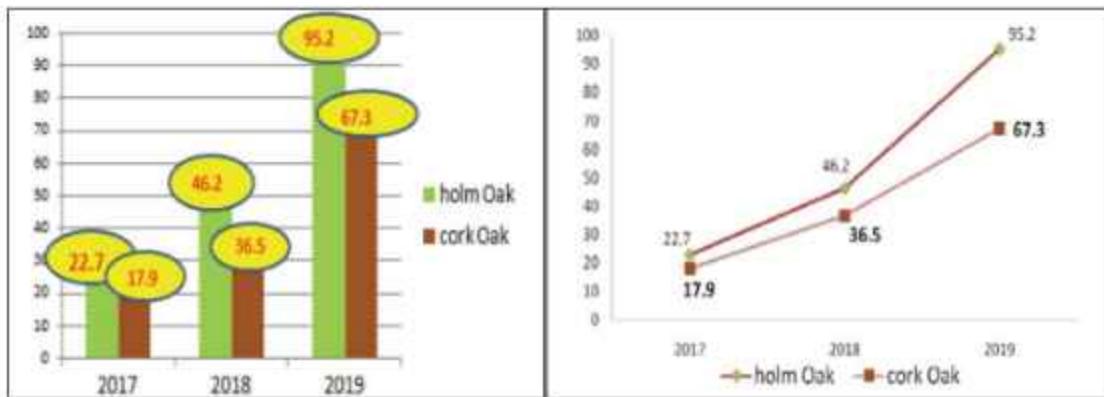


Figure 6. Average functional response of both types of Oaks.

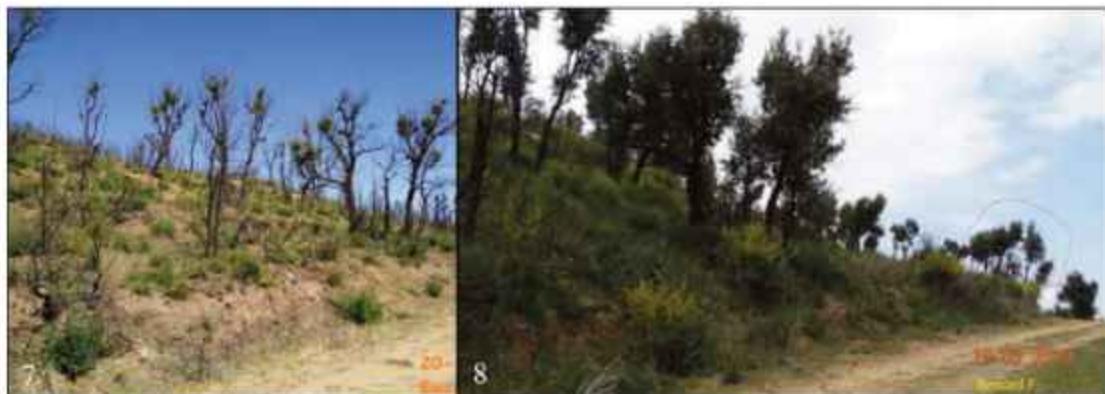


Figure 7. Regeneration of cork Oak after 1 year. Figure 8. Regeneration of cork Oak after 3 years.



Figure 9. Holm Oak stump rejection after 20 months of fire passage.

	Species	2017	2018	2019
T2 may -	holm Oak	5.6	6.5	15.4
	cork Oak	2.4	5.4	11.1
T3 june- T2 april	holm Oak	7.9	13.9	27.4
	cork Oak	8.0	8.8	17.7

Table 2. Comparative elongation of the two Oaks over time.

who developed a stochastic theory based on the individual. Studies on successions have helped to provide a cluster of sometimes convergent, sometimes divergent or even contradictory conceptions according to Lepart & Escarre (1983).

We notice that, overall, the vegetation has re-

covered and that the chamaephytes tend to occupy the ground. This recovery is rather timid in the first year. However, in the third year the vegetation recovers its splendour and vivacity (Figs. 7, 8).

The results of this study appear to be consistent with the concept of Egler's initial floristic composition (1954) and Connell & Slatyer's tolerance model (1977). The majority of herbaceous and shrub species are able to regenerate vegetatively after fire or to quickly invade the devastated site by seed (Alghren, 1960; Carleton & Maycock, 1980; Flinn & Pringle, 1983). It is noted that after a disturbance, the recolonization of a site occurs quickly, as the majority of the species that were present before the fire regenerate. Our results agree with those of Hasnaoui (2008) and Medjati et al. (2013) on the regeneration of *Chamaerops humilis* and Chamaephytes in the matorrals in the region of Tlemcen.

CONCLUSIONS

To sum it up, the results obtained show that the evolution of vegetation after fire follows Egler's

- model (1954) which is called the model of the "initial floristic composition"; that is, all species are present in stands short after fire, even though the subsequent relative abundance of individuals and the recovery rate of each species changes somewhat. In the case of self-succession in the sense of Hanes (1971) the perennial and annual species respond better and a competition of vegetative elongation is observed on the ground. In this context cork Oak has a significant recovery power after the fire; however the holm Oak is more efficient than the cork oak in terms of regenerative capacity. We noted that the shoot regeneration of stumps from both Oak species is easily adaptable to fires. In addition, fire is considered a valuable supplement for their construction of moribund stands. Although cork Oaks shoot until old age, some older subjects no longer normally bear this property under marginal site conditions. A coppicing is recommended on all subjects that are stunted and likely to wilt because the stump and roots very often keep their vitality and their ability to shoot or sucker.
- Bouhraoua R.T., Piazzetta R. & Berriah, A., 2014. Les reboisements en chêne-liège en Algérie, entre contraintes écologiques et exigences techniques. Journées techniques du liège. Forêt méditerranéenne, 35: 171–176.
- Carleton T.J. & Maycock P.J., 1980. Vegetation of the boreal forests south of James Bay: non-centered component analysis of the vascular flora. Ecology, 61: 1199–1212.
- C.F.T., 2008. Bilan exposition du liège dans la forêt de Zarieffet, circonscription de Tlemcen, I.
- Clements F.E., 1963. Plant succession and indicators: A definitive edition of plant succession and indicators. Hafner Press, New-York, 453 pp.
- Connell J.H. & Slatyer R.O., 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. The American Naturalist, 111: 1119–1144.
- D.G.F., 2004. Chêne liège. Notices sur les forêts domaniales de l'Algérie. Alger, Giralt, 39 pp.
- Egler F.E., 1954. Vegetation science concepts : Initial floristic composition, a factor in old field vegetation development. Vegetation, 4: 412–417.
- Flinn M.A. & Pringle J.K., 1983. Heat tolerance of rhizomes of several understory species. Canadian Journal of Botany, 61: 452–457.
- Gleason H.A., 1917. The individualistic concept of the plant association. Bulletin of the Torrey Botanical Club, 53: 7–26.
- Hanes T.L., 1971. Succession after Fire in the Chaparral of Southern California. Ecological Monographs, 41: 27–52. <https://doi.org/10.2307/1942434>
- Hasnaoui O., 2008. Contribution à l'étude des Chamaeropées dans la région de Tlemcen, Aspects botanique et cartographiques. Thèse doct. Univ. Tlemcen, Algérie, 210 pp.
- Lavorel S., Flannigan M.D., Lambin E.F. & Scholes M.C., 2006. Vulnerability of land systems to fire: interactions among humans, climate, the atmosphere, and ecosystems. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. Ecology, 12: 33–53.
- Le Houerou H.N., 1980. L'impact de l'homme et ses animaux sur la forêt méditerranéenne. Forêt Méditerranéenne, 2: 31–44.
- Lepart J. & Escarre J., 1983. La succession végétale, mécanismes et modèles: analyse bibliographique. Bulletin d'Ecologie, 14: 133–178.
- Leteuch-Belaroui A., 2009. Caractérisations structurale des subéraies du parc national de Tlemcen, régénération naturelle et gestion durable. Thèse de doctorat en sciences, Université de Tlemcen, 224 pp. + Annexes
- Madoui A., 2002. Les incendies de forêt en Algérie: historique, bilan et analyse. Forêt Méditerranéenne, 22: 23–30.

REFERENCES

- Ahlgren C.E., 1960. Some effects of fire on reproduction and growth of vegetation in northeastern Minnesota. Ecology, 41: 431–445.
- Amandier L., 2004. Le comportement du Chêne-liège après l'incendie: conséquences sur la régénération naturelle des suberaies - Le chêne-liège face au feu - VIV expo 2004.
- Amandier A., 2011. La suberaie des Maures: passé, présent, avenir, Présentation, CRPF-PACA, 37 pp.
- Belgherbi B. & Benabdeli K., 2015. Quelle stratégie pour la préservation de *Quercus suber* (Chêne liège) en Algérie occidentale Tellienne ? Geo-Eco-Trop, 39: 87–100.
- Benderradj M.H., Alatou D. & Arfa A., 2004. Bilan des incendies de forêts dans le Nord-Est algérien: Cas de Skikda, Annaba et El Tarf période 1990-2000. Forêt méditerranéenne, 25: 211–217.
- Boudy P., 1952. Guide du forestier en Afrique du Nord, Ed librairie agricole, horticole, forestière et ménagères, Paris, 505 pp.
- Bouhraoua R.T., 2003. Situation sanitaire de quelques forêts de chêne liège de l'ouest Algérien. Etude particulière des problèmes posés par insectes. Thèse de doctorat d'Etat, Département des ressources forestières, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université de Tlemcen, 267 pp.

- Marion J., 1956. Contribution à l'étude de la régénération du chêne-liège par rejets de souches. Annales de la Recherche Forestière au Maroc, 4: 25–62.
- Médjati N., Hasnaoui O. & Bouazza M., 2013. Functional response post-fire of *Chamaerops humilis* L. (Arecaceae). Agricultural Journal, 8: 32–36.
- Missoumi A., Mederbel K. & Benabdeli K., 2002. Apport des systèmes d'information géographiques dans la préservation et la lutte contre les incendies de forêt: exemple de la forêt domaniale de Kounteidat (Algérie). Forêt Méditerranéenne, 13: 11–22.
- Ouadah N., Kadik L., Bendjedda N. & Kaabèche M., 2016. Impact du feu sur la stratégie de régénération d'espèces végétales forestières méditerranéennes. Revue d'Ecologie (Terre et Vie), 71: 356–366.
- Pinal J., Terradas J. & Loret L., 1998. Climate Warming, Wildfire Hazard, and Wildfire Occurrence in Coastal Eastern Spain—Climate Change. Ecology, 38: 345–357.
- Rameau J.E., Mansion D. & Dume G., 1989. Flore forestière française. Guide écologique illustré. Plaines et collines. Institut pour le développement forestier, Paris, 150 pp.
- Valez R., 1990. Les incendies de forêts dans la région méditerranéenne: panorama régional. Unasylva, 162:

Communications

- ❖ Communications internationales :04
- ❖ Communications nationales :06
- ❖ Journées scientifiques :01

Introduction générale

Introduction générale

L'un des plus grands problèmes que connaît l'humanité dans les temps modernes, est indubitablement celui de la pollution de l'environnement et de la détérioration substantielle de la qualité de la vie. Par ailleurs, l'élément naturel, qui est sujet à plus de dégradations, demeure les ressources naturelles qu'elles soient floristiques, faunistiques, édaphiques. Sont exposées actuellement à des perturbateurs entraînant dans la plupart des cas des déséquilibres souvent irréversibles.

La détérioration de nos écosystèmes continue à s'amplifier et de nombreux programmes internationaux ou nationaux visent à limiter cette dégradation.

Les rencontres à haut niveau des hauts responsables étatiques se multiplient et cela depuis les années 90, plusieurs résolutions ont été prises pour la conservation des patrimoines mondiaux.

La diversité biologique est actuellement ciblée, et sa protection pose problème et demande d'énormes moyens pour son rétablissement.

De nombreux auteurs s'accordent pour dire que les feux restent l'une des perturbations des équilibres des différents écosystèmes, principalement celui des forêts, pré-forêts et des matorrals. La structuration de ces différentes ressources phytogénétique est liée à la composition taxonomique, à la topographie, à la lithologie, aux conditions situationnelles, à la climatologie et aux actions anthropiques.

Depuis l'antiquité, il paraît nécessaire d'évaluer les problèmes des incendies dont l'extension est dramatique en Afrique du Nord en général et en Algérie en particulier.

Les incendies étaient le facteur de dégradation le plus meurtrier de la nature, ils avaient modifié ou dégradé des communautés végétales et animales entières (Benabdeli, 2002).

L'usage imprudent ou criminel du feu peut avoir des conséquences catastrophiques. Les incendies sont une cause majeure de la dégradation des écosystèmes naturels et peuvent entraîner des pertes en vies humaines, dévaster l'économie, provoquer des perturbations sociales et détériorer l'environnement.

Les feux de forêt sont assimilés à des phénomènes naturels bien que, dans la plupart des cas, leur déclenchement et leur arrêt soient dus à l'action de l'homme (Jappiot, Blanchi et Alexandrian, 2002).

Certains scientifiques attestent que c'est le feu qui maintient le paysage méditerranéen en l'état. Ils considèrent que sans les incendies, la région méditerranéenne serait recouverte par une formation forestière fermée pauvre en espèces. En effet, un incendie détruit momentanément la flore présente, mais favorise dans les 2 à 3 ans qui suivent l'implantation et le développement d'une végétation d'une plus grande variété. Par ailleurs, le feu est un élément parfois nécessaire à la

régénération de certaines espèces (Peyre, 1991). Selon ce même auteur le fait de soumettre certaines graines des espèces végétales à de fortes températures, permet de lever leur dormance et de déclencher leur germination, c'est le cas pour les cistes et certains pins. Cet aspect de régénération d'espèces est à nuancer suivant la fréquence des incendies, une trop grande fréquence peut venir contrarier gravement toute régénération et entraîner même la disparition de certaines espèces dites "pyrophyltes".

Colin (2001) a détaillé l'impact du feu sur le milieu naturel :

Le passage d'un incendie de forêt perturbe le milieu naturel à plusieurs échelles, on peut noter ce qui suit :

- ✓ Le sol peut être touché plus ou moins profondément avec apparition de risques d'érosion et destruction de la faune qu'il abrite.
- ✓ Les arbres constituant le peuplement forestier peuvent être atteints au niveau du feuillage, des troncs ou des racines, ce qui les rend ainsi sensibles aux attaques parasitaires.
- ✓ L'intensité et la fréquence des feux influent sur la dynamique de reconstitution de la végétation.
- ✓ Le feu a un impact souvent durable sur le paysage.

Les forêts méditerranéennes sont un point chaud de la biodiversité mondiale avec un niveau d'endémisme élevée plus de 25 000 espèces de plantes et 247 espèces ligneuses comprenant près de 158 espèces exclusivement présentes dans des forêts méditerranéennes (Médail et Quèzel ; 2003).

Le feu est indissociable du paysage méditerranéen. Il joue, depuis longtemps, un rôle prépondérant dans la dynamique des communautés végétales dans le bassin méditerranéen (Trabaud 1980, 1992; Trabaud & Lepart 1980). Les études réalisées par Kunholtz-Lordat (1938, 1958 ; Braun-Blanquet 1936 ; Barry 1960 in Trabaud 1980) ont permis de situer l'évolution de la végétation après le feu dans les séries régressives, sous la forme d'une succession de stades sans qu'ils suivent réellement le devenir des communautés végétales après le passage du feu.

En Algérie, la déforestation ne cesse de s'accentuer, en fonction de la composition des Massifs forestiers en essences très combustibles, du climat sec, de la sécheresse qui sévit sur de longues périodes et de l'activité anthropique des populations riveraines, notamment ces dernières années où le chômage touche de larges franges d'entre elles. Tous ces facteurs mettent à rude épreuve les 4,1 millions d'hectares de forêts, de maquis et de broussailles qui ne représentent qu'un taux de boisement de 16,4% en ne considérant que le Nord du pays, et seulement 1,7% si l'on prend en ligne de compte tout le territoire national (Meddour, 2013). Ce même auteur ajoute que dans les deux cas, cette couverture forestière est nettement insuffisante en comparaison au taux de 25% mondialement admis.

Chaque année, cette superficie déjà insuffisante perd une moyenne de 30.000 ha ; ce qui est nettement important pour un pays comme l'Algérie qui se situe dans une zone à climat désertique Pour une large frange de son territoire (Arfa, 2008).

Cependant, le facteur de dégradation le plus redoutable de la forêt algérienne et méditerranéenne est sans contexte l'incendie qui bénéficie de ces conditions physiques et naturelles favorables à son éclosion et sa propagation. On estime que pendant la seule période correspondant à la guerre de libération, la fréquence des incendies de forêts ne cessait de s'accroître (Madoui, 2002). Ces derniers s'accompagnent le plus souvent d'une dégradation sévère de l'écosystème forestier dans toute sa dimension biologique.

Quoique dans tous les systèmes biologiques les processus de germination, croissance et développement sont dynamiques naturellement ; certains facteurs de perturbation principalement les incendies induisent des changements dans le sens régressif et progressif (régénération naturelle).

Le phénomène de régénération, également dénommé succession régénération naturelle, se produit dans des zones affectées par des perturbations modérées (coupes, débroussaillage manuel, incendies de moyenne intensité), qui autorisent la persistance *in situ* d'une banque souterraine et aérienne de propagules et surtout la régénération rapide par voie végétative des ligneux pouvant rejeter de souches (Hasnaoui.A, 2010).

Cette succession est en effet conditionnée par les phases critiques du cycle de vie des végétaux, qui sont liées aux processus reproductifs et démographiques propres à l'espèce, à ses capacités de dispersion, au taux de prédation des graines et à ses potentialités de régénération, par voie sexuée ou végétative (Quézel et Médail ;2003).

La plupart des travaux concernant la dynamique des communautés végétales méditerranéennes post-perturbation, en particulier après incendies, souligne d'ailleurs la régénération rapide de la végétation, aussi bien sur le plan de la structure que de la richesse et de la composition floristiques. Ce constat a incité plusieurs auteurs (Trabaud et Lepart, 1980 ; Trabaud, 1987 ; Herranz et al., 1996) à parler d'auto-succession pour qualifier cette rapide dynamique post-incendie, en accord avec les conceptions d'Egler (1954), relatives à la composition floristique initiale de la communauté végétale.

Compte tenu de l'ampleur de ce fléau et dans le but de protéger le patrimoine naturel. Le but principal de ce travail est de cerner et dresser la liste des différents feux de la région de Tlemcen tout en mettant en évidence les zones les plus vulnérables d'une part et lister les espèces les plus pyrophytes d'autre part.

Il s'applique à découvrir les causes et à développer des moyens toujours efficaces de prévention, de détection et de lutte. Dont les menaces à surmonter sont le dépérissement des forêts

les changements dans la distribution des espèces forestières méditerranéennes mais surtout l'augmentation du risque de feux de forêt et la désertification dus à ce dernier.

Afin de traiter et répondre à notre problématique (la dynamique post-incendie des formations végétales du parc national de Tlemcen) nous avons choisi comme zone d'étude la forêt domaniale de Zarifet (Monts de Tlemcen). Cette formation est composée essentiellement de *Quercus suber* et de *Quercus ilex* et a subi un incendie déclenché le 24 octobre 2016 ravageant ainsi plus de 80 Hectares.

Dans ce travail on va traiter une étude comparative entre des parcelles incendiées et d'autres non-incendiées afin de mieux comprendre l'état de la régénération et de la dynamique de la végétation post-incendie dans la région de Tlemcen et plus précisément au niveau du parc national de Tlemcen (PNT).

Dans ce contexte nos attentes s'orientent vers les questions suivantes :

- 1-Quelles sont les espèces qui répondent mieux aux feux ?
- 2-Quel sera le pas (durée) pour que l'écosystème sera rétabli ?
- 3-Quelle sera la part de la compétitivité taxonomique dans le PNT ?

Pour répondre à ces questions pertinentes toute une étude a été établi, analysé puis discuté sur différents aspects (dendrométriques, floristiques, cartographique etc.)

Le principal objectif découlant de cette interrogation et constituant le cœur de notre sujet, est l'étude de la dynamique (régénération) post-incendie des principales formations végétales du parc national de Tlemcen.

Cette contribution est basée principalement sur l'étude de deux espèces phares constituant la forêt domaniale de Zarifet.

Afin de répondre à ces questions et d'arriver à notre but, nous avons articulé ce travail autour de quatre parties :

- La première partie concernant l'analyse bibliographique avec les chapitres suivants :

Chapitre I : Une recherche bibliographique concernant les feux de forêts

Chapitre II : Un bilan des feux de forêts de la wilaya de Tlemcen

Systématique et Taxonomie du genre *Quercus*

Chapitre III : Les feux de forêts au niveau du P.N.T(2011-2020)

Chapitre IV : La Systématique et Taxonomie du genre *Quercus*

- La Deuxième partie est axée sur l'analyse du cadre physique

Chapitre I : Synthèse du milieu

Chapitre II : Une synthèse bioclimatique

Chapitre III : La méthode d'étude adopté

➤ La troisième et dernière partie traite les résultats obtenus au cours de notre recherche avec les chapitres :

Chapitre I : La dynamique post-incendie des essences clés de la forêt de Zariffet

Chapitre II : La Succession floristique Post-incendie de la forêt de Zariffet

Et à la fin une Conclusion générale et perspectives résumant tous nos résultats obtenus au cours de cette étude, répondant ainsi aux attentes de notre investigation.

Partie I

Analyse bibliographique

Chapitre I

Synthèse
bibliographique des
feux de forêts

Chapitre I : Synthèse bibliographique des feux de forêts

I- Les feux de forêts

I-1-En méditerranée

Le feu représente le premier péril naturel pour les forêts et les zones boisées du bassin méditerranéen. Il détruit plus d'arbres que toutes les autres calamités naturelles tels que les attaques parasitaires, tornades, gelées, etc. Les incendies de forêts représentent un véritable fléau majeur pour les forêts Méditerranéennes et sont le résultat de l'interaction de facteurs physiques, biologiques et humains. Chaque année, on estime à 50 000 le nombre d'incendies en région Méditerranéenne à plus de 600 000 ha à 1 million d'ha de forêt sont ravagés par les flammes (Colin *et al.* 2001). La forêt méditerranéenne constitue un milieu fragile profondément perturbé par des utilisations multiples dont les origines remontent au début du néolithique (Quézel et Barbero, 1990).

Une étude de la F.A.O (2007) a fait ressortir qu'au niveau mondial, chaque année, 350 millions d'hectares d'espaces naturels sont affectés par le feu, ce qui représente 9% de la superficie totale des forêts et des zones non forestières. Le bassin Méditerranéen n'échappe malheureusement pas à cette logique du feu, puisque les feux de forêts y représentent une part non négligeable des incendies de la planète (Alexandrian *et al.*, 1999).

Les superficies brûlées totales dans les pays méditerranéens peuvent être estimées à environ 600 000 ha par an. Soit près du double des années 70. Toutefois, la tendance observée est beaucoup moins uniforme que pour l'incidence des feux. On constate une aggravation de la situation en Grèce (de 12 000 à 39 000 ha), en Italie (de 43 000 à 118 000 ha), au Maroc (de 2 000 à 3 100 ha), en Espagne (de 50 000 à 208 000 ha) et en ex-Yougoslavie (de 5 000 à 13 000 ha). Au Portugal, la situation s'est également dégradée, même si les statistiques ne démarrent que plus tard. En Algérie et à Chypre, on ne décèle aucune tendance à partir des statistiques, mais certaines années présentent un maximum très élevé (par exemple, 1957, 1958 et 1983 en Algérie; 1974 à Chypre). Enfin, les superficies incendiées totales sont restées relativement stables en Croatie, en France. Il est intéressant de noter qu'en dépit de toutes les mesures prises, aucun pays ne fait état d'une amélioration de la situation (Alexandrian *et al.*, 1998).

Le feu est, dans les forêts méditerranéennes de même que dans de nombreux points du monde, un phénomène récurrent qui se reproduit d'année en année avec une intensité semble-t-il croissante. (Henaoui ,2013). Le feu est la cause principale de la destruction des forêts dans les pays du Bassin Méditerranéen (Colin *et al.* 2001).

La fréquence et l'intensité ainsi que la saison d'occurrence d'un feu permettent le maintien ou l'élimination de certains taxons végétaux. Une autre caractéristique commune à tout le bassin méditerranéen est le taux élevé de feux d'origine inconnue, qui sont majoritaires dans la plupart des pays. Il est à noter, Toutefois, que certains pays connaissent une proportion relativement faible de

feux de cause inconnue, notamment la Croatie, la Grèce et le Portugal (Dembele, 1996). Ce fléau (feu) est sous la dépendance aussi des conditions climatiques (Hasnaoui, 2013). Il faut noter que le climat méditerranéen se caractérise par des hivers doux et pluvieux et des étés secs et chauds avec des taux élevés de rayonnement solaire et d'évaporation.

Le grand problème actuel dans les pays de climat méditerranéen découle du fait que les cycles de récurrence du feu se raccourcissent rapidement et en de nombreux endroits. Deux éléments fondamentaux semblent intervenir, en l'occurrence :

- D'une part, les pratiques traditionnelles des feux agricoles et pastoraux,
- D'autre part, l'abandon des terres à cause de l'exode rural, surtout dans les pays du Sud de l'Europe, ainsi que la demande d'espaces de loisirs pour le tourisme dans toute la Région méditerranéenne.

Il apparaît précisément à l'heure actuelle des situations de très fort danger d'irréversibilité dans les pays méditerranéens. Les grands incendies fréquents des dernières années, alliés à l'irrégularité des précipitations, peuvent aggraver le risque de désertification, tout au moins localement. Ce risque est présent dans toute la partie Sud de la région méditerranéenne et apparaît également dans la partie Nord, en particulier dans la Péninsule Ibérique (Medjahdi, 2010).

Ceci a fait l'objet de plusieurs écrits affirmant que le feu constitue une perturbation majeure à laquelle sont soumis les écosystèmes méditerranéens et leur végétation en Particulier. Alexandrian et Bengelli(1984) ainsi que Barbéro et Tatoni (1990) considèrent que le feu fait partie du paysage méditerranéen. Le bassin méditerranéen se caractérise par la prévalence de feux provoqués par L'homme. Les causes naturelles ne représentent qu'un faible pourcentage (de 1 à 5 pour cent en fonction des pays), probablement à cause de l'absence de phénomènes climatiques comme les tempêtes sèches (Alexandrian, Esnault et Calabri, 1998).Les incendies trouvent en méditerranée, un terrain favorable par sa topographie, ses essences, sa richesse estivale et par ses vents qui sont parfois violents constituant ainsi, un facteur favorisant la propagation des feux.

Selon Le Houërou, (1980), quelques 660.000 hectares sont ravagés chaque année par le feu dans tout le circum méditerranéen. D'un côté se sont les conditions climatiques extrêmes (nord de la méditerranée) et d'un autre, le manque de moyens et le plus souvent l'absence de la prévention. Pour les particularités biologiques en région méditerranéenne ils précisent qu'il s'agit surtout des formations végétales. La couverture morte, la présence dans les forêts de rémanents, de litières non décomposées sont des facteurs déclenchant les feux (Barbero *et al.* 1988). Legarde (1996) souligne que les incendies de forêt menacent non seulement la végétation et l'équilibre écologique, mais aussi les biens et les personnes, au niveau de l'interface zone urbaine/végétation combustible.

Au cours de la période (1995-2004), les feux de forêts dans le bassin méditerranéen sont estimés à 50 000 foyers en moyenne par année et les superficies incendiées représentent une moyenne annuelle allant de 700 000 à 1 million d'hectares. Par rapport aux décennies passées, le problème s'est aggravé durant les années 70 et plus encore durant les années 80, tant du point de vue du nombre d'incendies que de la superficie dévastée (Bekdouche, 2010).

Bien que la végétation méditerranéenne s'est adaptée elle-même aux feux naturels périodiques par le biais de mécanismes de défense passifs et actifs, mais la fréquence importante des feux de forêt durant les dernières décennies a souvent abouti à une dégradation du sol amplifiée par l'action des précipitations. Les paysages méditerranéens ne représentent pratiquement jamais des stades qu'on appelle climacique où la végétation, le sol et le climat sont en équilibre stable (Barbero, 1988).

Le tableau n°01 démontre l'évolution et distribution des feux de forêts dans les pays du bassin méditerranéen :

Tableau n°01 : Les zones incendiées entre 2002 et 2013, par pays

(Sources : Données MODIS, NASA EOSDIS)

	Superficie totale (km ²)	Zones Incendiées (km ²) Total (PFT 1 à 11)	% de la superficie totale du pays	Surface annuelle moyenne incendiée (km ²)	% de la superficie totale du pays
				2002-2013	
Chypre	9 251	5 641	61,0	470	5,1
Portugal	92 090	28 726	29,0	2 227	2,4
Turquie	783 582	87 780	11,2	7 314	0,9
Bulgarie	110 879	11 680	10,5	973	0,9
Israël	22 072	2 071	9,4	173	0,8
Italie	301 336	22 413	7,4	1 868	0,6
Grèce	131 957	7 710	5,8	642	0,5
Syrie	185 180	10 187	5,5	849	0,5
Albanie	28 748	1 350	4,7	113	0,4
Espagne	505 992	23 271	4,6	1 939	0,4
Macédoine	25 713	1 034	4,0	86	0,3
Serbie	88 381	3 476	3,9	290	0,3
Palestine	8 020	206	3,4	17	0,3
Bosnie-Herzégovine	51 197	1 451	2,0	121	0,2
Maroc	446 550	10 375	2,3	865	0,2
Kosovo	10 887	240	2,2	20	0,2
Monténégro	13 812	274	2,0	23	0,2
Liban	10 452	195	1,9	16	0,2
Croatie	56 594	980	1,7	82	0,1
Egypte	1 002 450	15 788	1,6	1 316	0,1
Tunisie	183 610	2 307	1,4	192	0,1
Algérie	2 381 743	16 357	0,7	1 363	0,1
France	547 030	1 970	0,4	164	0,0
Malte	316	1	0,2	0	0,0
Libye	1 750 540	2 246	0,1	187	0,0
Autres micro-États*	538	0	0,1	0	0,0
Slovénie	20 273	14	0,1	1	0,0
Jordanie	89 342	12	0,0	1	0,0
TOTAL	8 845 495	255 743	2,9	21 312	0,2

*Andorre, Gibraltar, Monaco, Saint-Marin, Vatican

I-2-En Algérie

Dans le contexte du bassin méditerranéen, l'Algérie est l'un des pays où le problème des feux de forêts, se pose avec acuité par son impact dévastateur : si en valeur absolue les superficies brûlées restent relativement modestes au regard d'autres pays du pourtour méditerranéen, la rareté des forêts et les menaces de désertification font que ces incendies ont un impact particulièrement désastreux. L'Algérie ne possède en effet que 4,1 millions d'hectares de forêts, soit un taux de boisement de 1,76 %. Or la fréquence rapprochée des incendies qui se suivent avec un intervalle de retour de moins de 10 ans a un impact catastrophique sur le plan écologique.

En Algérie depuis 1962, la forêt a enregistré un chiffre de 9321 995 hectares de superficie incendiée (Belgharbi, 2002). D'après Boudy (1952) l'Algérie perdrait en moyenne depuis 50 ans 40000 hectares par an. Selon une estimation donnée par la F.A.O en 1998 la superficie incendiées en Algérie depuis 1955 jusqu'en 1977 serait de 14 776 444 hectares.

Les formations forestières de l'Algérie du Nord sont soumises à de multiples agressions. De tous les facteurs de dégradation, les incendies sont les plus dévastateurs. Les statistiques de la Direction Générale des Forêts montrent qu'entre 1963 et 2000, 1.376.581 ha de forêts, maquis et broussailles ont été incendiés, soit une moyenne de 36.225 ha chaque année. Les Forêts de la région nord sont les plus fréquemment dévastées. En effet, la saison estivale, longue et sèche, avec des Températures élevées et une humidité relative de l'air basse, est particulièrement propice aux incendies. De plus, la végétation hautement combustible et la topographie accidentée facilitent la propagation des feux.

L'analyse des feux passés, au niveau des 40 wilayas (départements) de l'Algérie du Nord, la plus boisée, fait en effet ressortir que durant la période 1985-2010, l'Algérie a enregistré 42 555 feux qui ont parcouru une superficie forestière totale de 910 640 hectares.

Meddour *et al.* (2013) ont analysés le bilan des incendies des forêts en Algérie durant la période s'étalant de 1980 jusqu'au 2012, et ils ont trouvés que les superficies incendiées varient entre 50 624 et 75 000 Ha de forêts ravagées annuellement (Fig. 1), ainsi que le nombre des incendies varie de 562 feux en 1989 à 5000 départs en 2012 (Fig. 2). Ces auteurs ont conclu que cela témoigne d'une incapacité à agir sur les causes de départs des feux.

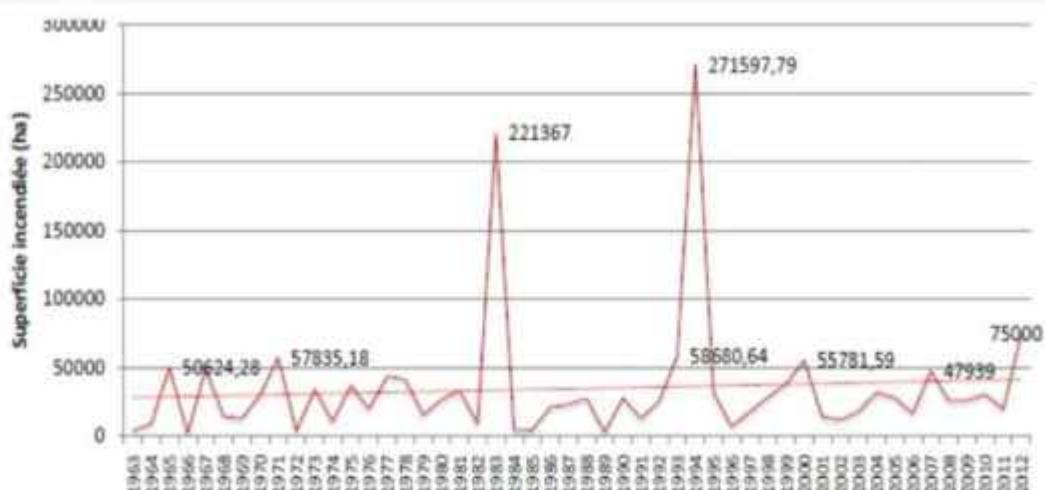


Figure 01: Superficies incendiées durant la période 1963-2012(Meddour et al. 2013)

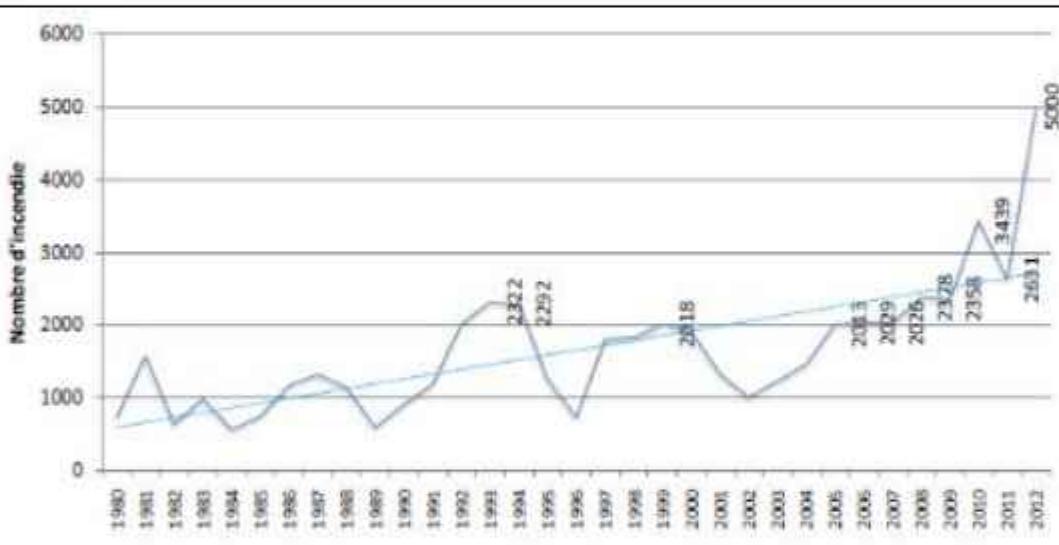


Figure 02 : Nombre de départ de feux durant la période 1980-2012(Meddour et al. 2013)

I-3-Tlemcen

Dans la région de Tlemcen, plusieurs études sur le passage de feu ont été établies. La wilaya de Tlemcen présente un degré moindre de sensibilité au feu mais sa forêt (qui représente une superficie de 217000 hectares) reste quand même affectée, de 1986 à 1997 pas moins de 22773 hectares ont pris feu au niveau de la wilaya (Bouazza et al., 2000). Entre 1990 et 1999, quelques 26 567 hectares ont brûlé et deux pics ont été enregistrés en 1994 avec 19500 hectares de superficie brûlée et en 1998 avec 4531 hectares (Bestaoui, 2001). L'année 1999 semble être la plus tranquille avec seulement 19 hectares brûlés. Dans la région de Tlemcen, on enregistre 60000 ha de superficie parcourue par le feu dans une période de 35 ans de 1980 à 2015 soit une moyenne de 1500 ha

chaque année (CFT, 2016). Dans cette même période, on note aussi 1600 départs de feu avec une moyenne de 45 départs par an.

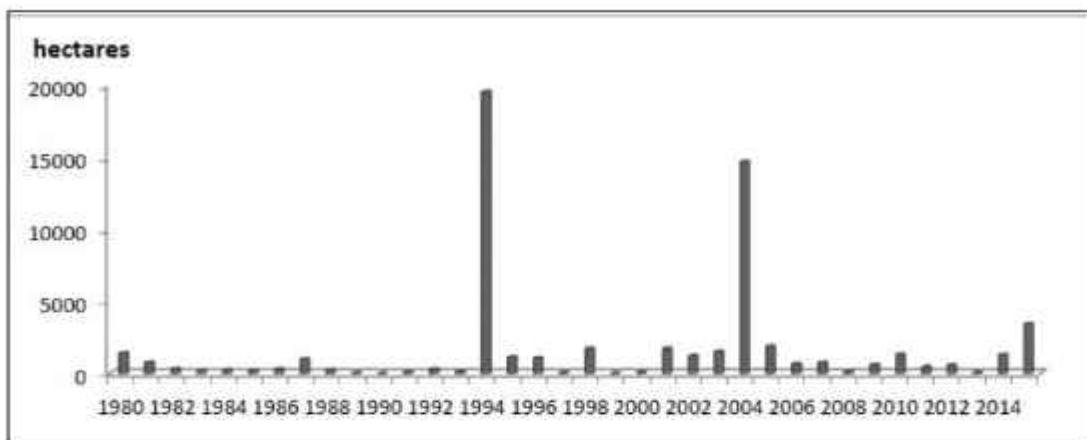


Figure 03 : Distribution annuelle des superficies forestières brûlées
dans la wilaya de Tlemcen entre 1980 et 2015 (CFT, 2016).

La figure n°03 montre les années catastrophiques où les superficies ont dépassé les 10000 Ha comme c'est le cas de l'année 1994. Dans cette année, il a été enregistré une superficie importante incendié de 19500 ha. Une seconde année sinistrée est notée en 2004 avec 14600 ha de couvert forestier brûlé et enfin, l'année 2015 est aussi considérée dommageable par le feu avec une superficie brûlée de 3500 ha. Il faut noter que des fréquences de feux apparaissent chaque 10 an soit un pas de 10 (1994 – 19500 Ha ; 2004 – 14600 Ha ; 2005 – 3500 Ha).

Chapitre II

Bilan des feux de
forêts de la wilaya de
Tlemcen

Chapitre II : Bilans des incendies de forêts de la wilaya de Tlemcen

Introduction

Les incendies de forêts sont une véritable calamité pour l'équilibre du milieu méditerranéen en Algérie mais aussi surtout dans notre région d'étude Tlemcen. Nos forêts caractérisées par leur extrême pyrophylté, accentuée par la nature exérothermique du climat méditerranéen, sont des écosystèmes très fragiles et le feu constitue l'un de leurs plus grands ennemis (Khalid, 2008).

Il est difficile de connaître avec certitude depuis quelle époque le feu exerce son influence sur la terre. Cependant, les feux de forêts ne sont pas spécifiques à notre époque moderne. De nombreux récits anciens et récents témoignent des ravages d'incendies catastrophes provoquées par la main de l'homme (Lachab, 2011).

Le feu a pu survenir dès qu'une végétation terrestre a existé (Harris, 1958 ; Jones et Chaloner, 1991).

Au début le feu était un agent naturel qui apparaissait plus ou moins régulièrement dans le cycle naturel de la dynamique des écosystèmes. Sa venue entraînait le rajeunissement de certains peuplements végétaux et créait une mosaïque de communautés ; l'apparition de l'homme sur la scène a perturbé cet équilibre de la nature y substituant une situation artificielle et bouleversant tout l'ordre originel.

Les différents écosystèmes de la partie ouest algérienne ont été le siège de nombreux feux. Des milliers d'hectares de ces derniers ont pris feu durant ces dernières décades. Faire bilan et analyser avec une grande minutie les données recueillies permet de trouver une solution à ce phénomène ou au moins de limiter son ampleur.

Dans notre étude il nous est demandé d'élaborer le bilan des incendies d'au moins des 20 dernières années (1994-2014) pour les deux régions grand ensembles (monts des Traras et les monts de Tlemcen) et surtout la vulnérabilité du couvert forestier vis-à-vis du feu pour enfin faire une approche comparative entre ces deux dernières.

I-Le bilan d'incendies :

La wilaya de Tlemcen comme toutes les autres wilayas du pays n'a pas été épargnée des incendies causés à ses forêts. Elle présente un degré moindre de sensibilité au feu mais sa forêt (qui représente une superficie de 217 000 hectares) reste quand même affectée, de 1986 à 1997, 22 773 hectares ont pris feu au niveau de la wilaya (Bouazza et al., 2000).

Entre 1990 et 1999, quelques 26 567 hectares ont brûlé et deux pics ont été enregistrés en 1994 ; 19 500 hectares de superficie brûlée et en 1998 ; 4531 hectares (Bestaoui, 2001, Hasnaoui 2008). L'année 1999 semble être la plus tranquille avec seulement 19 hectares brûlés.

Dans la wilaya les forêts pré-forêts, matorrals et steppes appartiennent généralement à l'état, et c'est ce dernier qui est le seul garant de sa conservation et sa protection.

II-Principales forêts domaniales :

Si l'on s'en tient aux données de la D.S.A (2010), les principales forêts domaniales de la région de Tlemcen sont au nombre d'une huitaine pour une surface totale de 100748 ha. Ces forêts présentent une surface très variable d'un domaine à l'autre, moins de 10000 ha pour certaines forêts (Hafir, Merbah, Azaïl, Djebal Ouargla) à plus de 12000 ha pour les grandes forêts (Moulay Slissen, Khemis, Beni Boussaid, OuledNeharGheraba).

III-Essences forestières constitutives :

Les forêts dans la Wilaya de Tlemcen sont naturelles, sauf quelques reboisements de Pin d'Alep (Ain Fezza, Ain El Hout). Les forêts de Quercus tiennent un intérêt économique pour la fabrication du liège, qui reste d'une excellente qualité même si la production est très faible. (Tableau02)

Tableau 02: Superficie de principales essences forestières dans la région de Tlemcen (D.S.A, 2010).

Principales essences	Superficies (ha)
Pin d'Alep (<i>Pinushalepensis</i>)	86000
Chêne vert (<i>Quercus ilex</i>)	82000
Thuya (<i>Tetraclinis articulata</i>)	16500
Genévrier (<i>Juniperus oxycedrus</i>)	13000
Chêne-liège (<i>Quercus suber</i>)	4000
Autres	1550

Le tableau 02 montre les superficies en hectare (Ha) des principales essences qu'on rencontre dans la wilaya. Deux essences occupent une grande superficie il s'agit de *Pinus halepensis* avec 86000 ha et *Quercus ilex* avec 82000 ; deux autres essences occupent une part non négligeable de terrain ; il s'agit du *Tetraclinis articulata* avec 16500 ha et *Juniperus oxycedrus* avec 13000 ha ; quant au *Quercus suber* il n'occupe que 4000 ha. Sur le plan territorial, ces espèces structurent les principales forêts de la willaya. Il faut noter une superficie de 1550 ha occupée par d'autres essences (*Quercus faginea...* par exemple).

Toutes ces formations se cantonnent dans 3 grandes structures géologiques ; il s'agit des monts de Tlemcen, monts des Traras et les monts de Sebaa-chioukh.

Tableau 03 : Superficies forestières des principales Monts de la région de Tlemcen
(D.S.A, 2010).

Monts de Tlemcen	Monts de Traras	Monts de SebaâChioukh
317 000 ha	128 000 ha	2316 ha

Sur le plan des superficies occupées par les principales essences forestières de la wilaya de Tlemcen sont les mieux couverts par ces formations, avec une superficie de 317 000 ha viennent ensuite les monts des Traras avec 128 000 ha et enfin les monts des Sebaâ-chioukh avec seulement 2316 ha (Tableau03).

IV-Bilan des incendies dans la wilaya de Tlemcen :

Dans cette approche nous n'avons pris que les deux grandes structures géomorphologique : monts de Tlemcen et monts des Traras. Nous avons jugé que les formations forestières sont les mieux fournies et les plus représentatives.

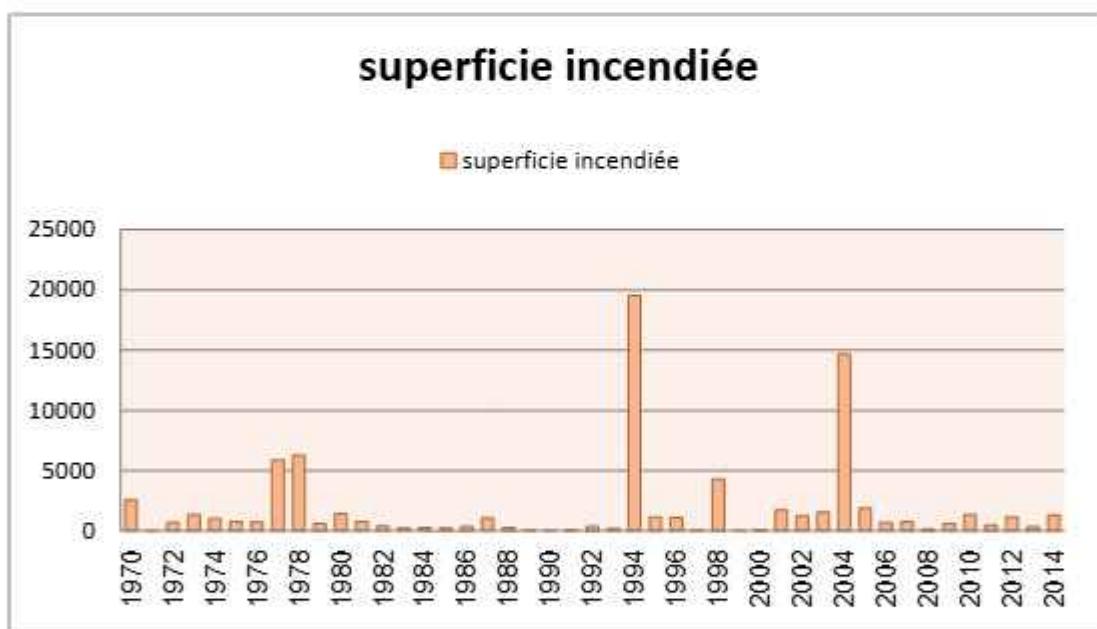
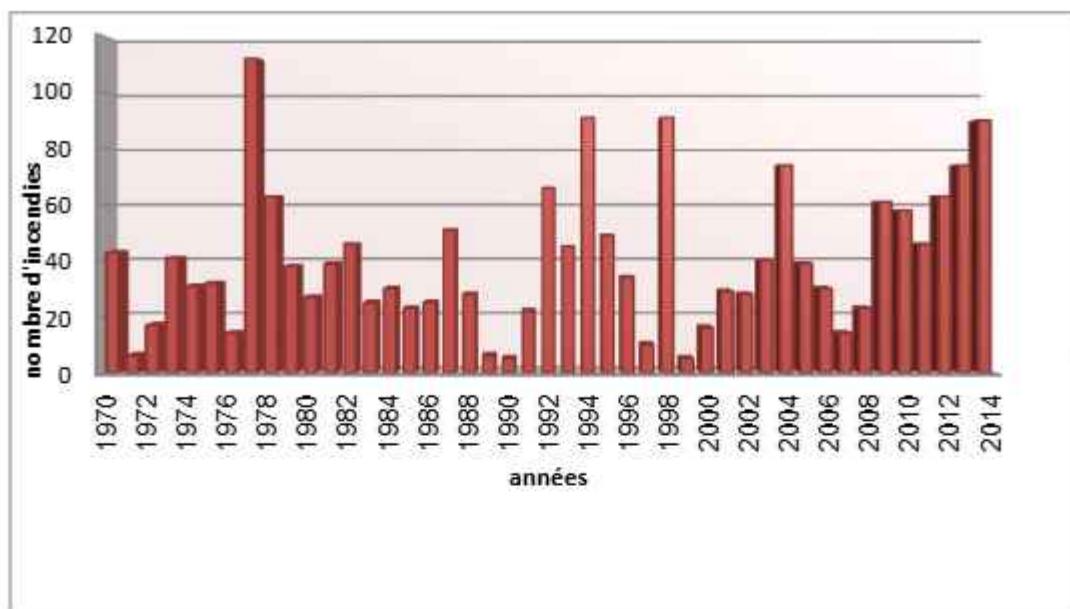


Figure 04 : superficie incendiée par an dans la wilaya de Tlemcen

**Figure 05 :** nombre d'incendies par andans la wilaya de Tlemcen**Tableau 04:** Evolution des incendies durant les 10 dernières années de la région de Tlemcen

(Source : conservation des forêts de Tlemcen 2014)

Année	Nombre d'incendies	Superficie incendiée (ha)		Total (ha)
		En forêts	Maquis Et broussaille	
2005	35	205	1 671	1 876
2006	30	110	557	667
2007	14	141	615	756
2008	24	21	97,60	119,30
2009	61	90,30	505,22	595,52
2010	58	124	1196,50	1320,50
2011	46	179.50	290.40	469.90
2012	64	233.50	669.1	902.60
2013	59	23	486.70	509.70
2014	89	68.10	1233.1	1301.20



Figure 06: Evolution des incendies durant les 10 dernières années de la région de Tlemcen (CFT, 2014)

La figure 06 montre l'évolution des incendies dans la région de Tlemcen durant les dix dernières années, alors nous remarquons que les taux d'incendies les plus importants se déclarent dans des formations pré-forestières tel que les maquis, matorrals dégradée ou les chamaephytes et thérophyte occupent une place considérable.

IV-1-Le bilan des incendies des monts des Traras :

Pour mieux cerner la dynamique des feux de forêts nous avons travaillé à l'échelle de Daïra et communes.

Tous les données que nous avons pu recueillir auprès des services concernés, principalement la conservation des forêts de Tlemcen, ont été traitées statistiquement et analyser avec soin.

Les figures suivantes 07,08 et 09 montrent les superficies incendiées par daïra, par communes sur les deux dernières décades (20ans) appartenant aux monts des Traras :

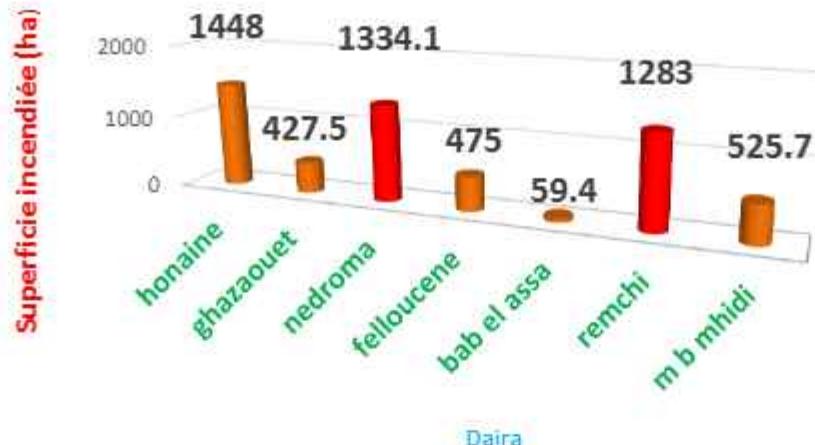


Figure 07: Superficie incendiée des daïras des monts des Traras (Bessaid .F, 2015)

Selon la figure 07 les daïras présentant les plus importantes superficies incendiées il ya la daïra de Honaine avec 1448 ha, Nedroma avec 1334.1 ha et Remchi avec 1238 ha. Par contre pour les autre daïras (Ghazaouet, Felloucene, Beb el Assa, et Marsa Ben Mhidi), sont moins affectées.

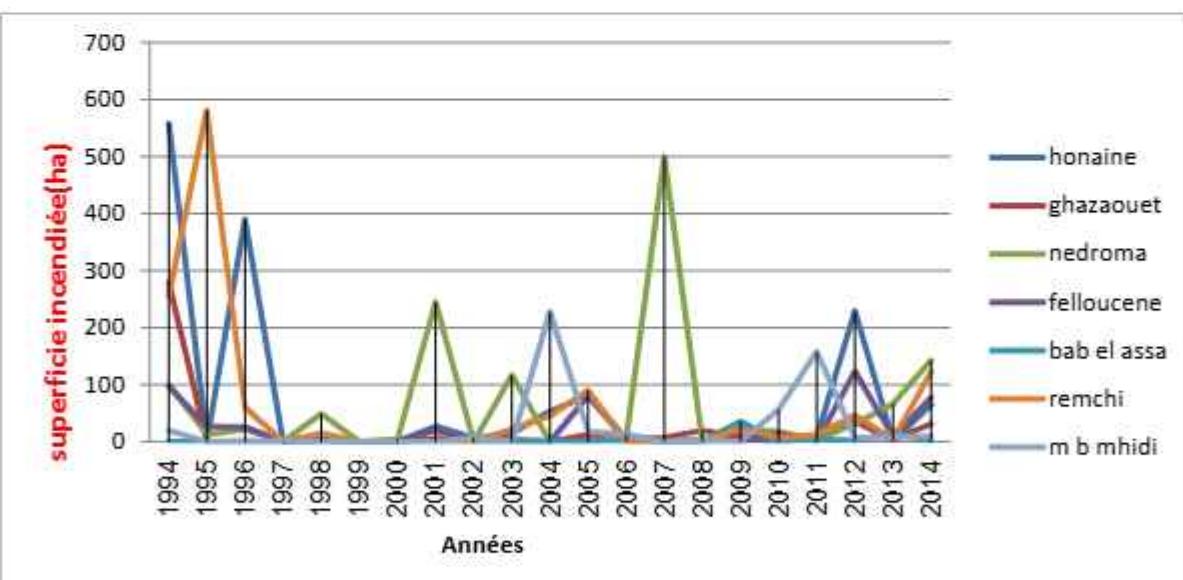


Figure 08 : Superficie incendiée des daïras des monts des Traras durant les 20 dernières années (Bessaid .F, 2015)

Selon la figure 08 les années qui ont été le plus affectées par les incendies sont 1994,1995 pour la daïra de Remchi et Honaine ; 2006,2007 pour Nedroma.

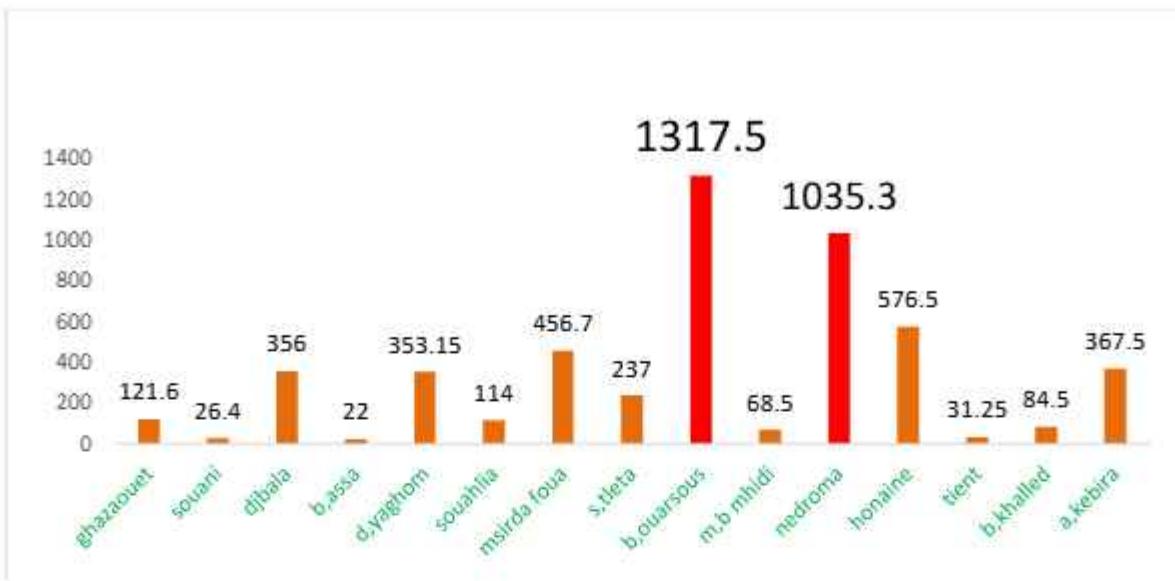


Figure 09 : superficie incendiée des communes des monts des Traras (Bessaid .F, 2015)

Selon la figure 09 les communes présentant le plus grand taux d'incendie dans une période de 20 ans sont celle de Beni Ouarsous avec une superficie de 1317.5 ha et Nedroma avec une superficie de 1035.3 ha (C.F.T, 2014).

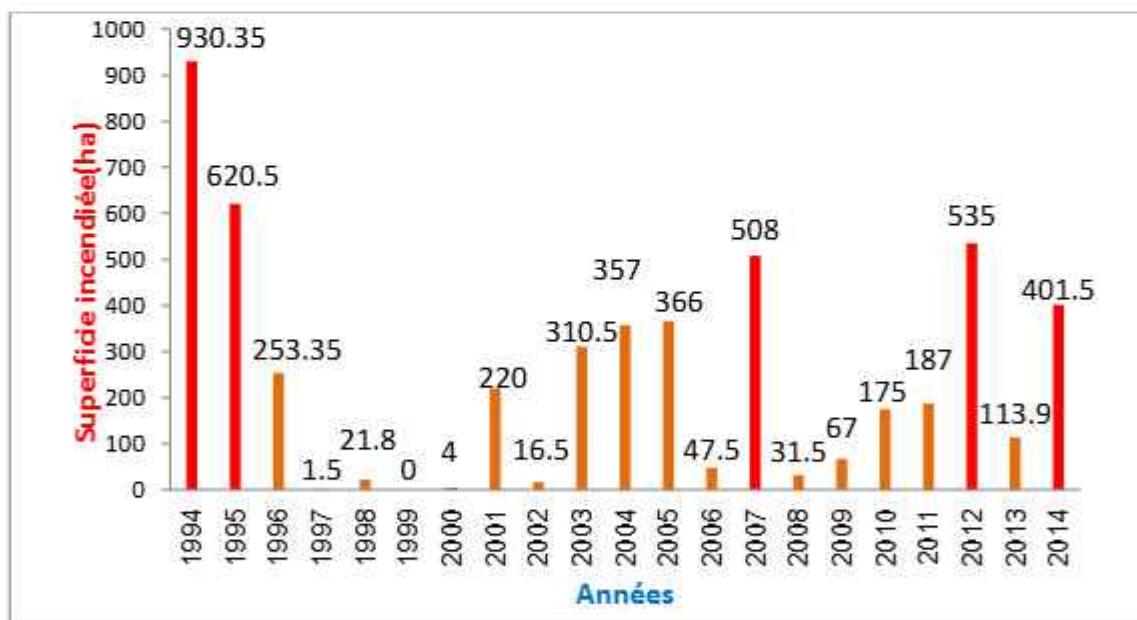


Figure 10 : Bilan des incendies des monts des Traras des deux dernières décades
(Bessaid .F, 2015)

D'après la figure 10 les années présentant les plus grandes et importantes superficie incendiées dans la région des Traras sont sans aucun doute l'année 1994 qui a été la plus catastrophique avec une superficie de l'ordre de 930.35 ha et 1995 avec 620.5 ha.

Les années 2007 ,2012 et 2014 ont enregistrées des superficies incendiées allant de 401.5 ha (pour 2014) jusqu'à 508 ha et 535 ha respectivement en 2007 et 2012.

Selon les données de la conservation des forêts de Tlemcen les années 1997 ,1999 et 2000 restent les années les moins affectées par les incendies dans la région des Traras avec seulement 1,5 ha pour 1997, 4 ha pour l'année 2000 et enfin 0 ha pour l'année 1999.

IV-2-Le bilan des incendies dans les monts de Tlemcen :

Les figures suivantes 11 et 12 montrent les superficies incendiées par communes sur les deux dernières décades (20 ans).

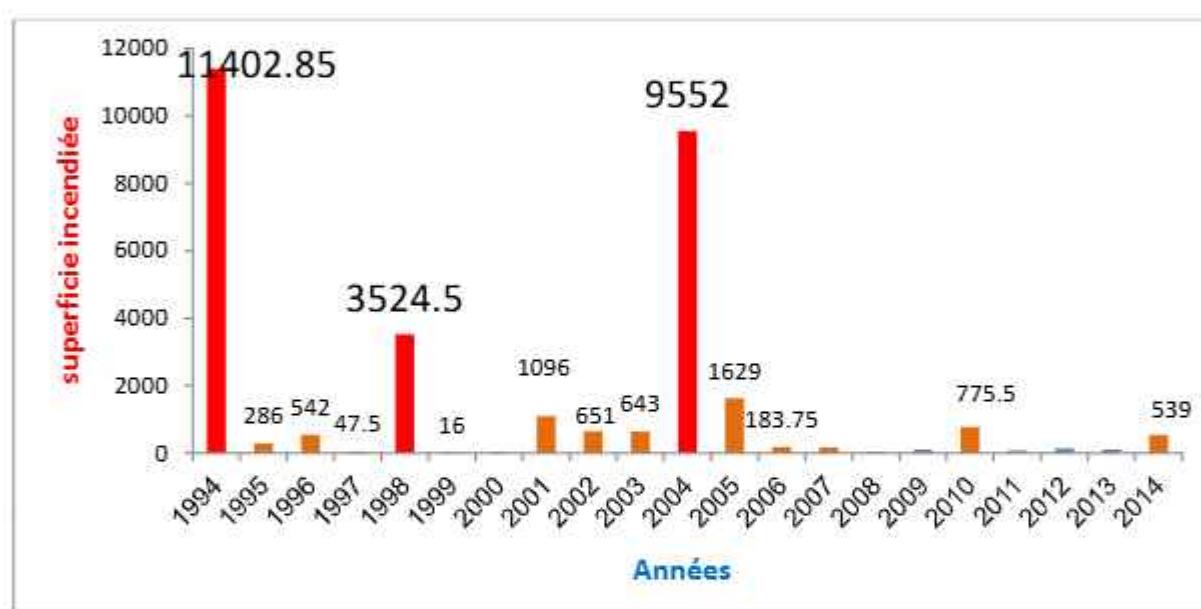


Figure 11 : Superficie incendiée dans les Monts de Tlemcen (1994-2014)
(Bessaid .F, 2015)

Selon la figure 11 les années les plus touchées par le phénomène d'incendie dans la région des monts de Tlemcen sont celles 1994, 2004 et 1998 avec des superficies de 11402.85 ha (pour 1994) , 9552ha (pour 2004) et 3524.5 ha (pour 1998).

Par contre, les années les moins affectées sont 1999,2000, 1997,2008 avec des superficies allant de 16 ha(1999) jusqu'à 41 et 47.5 ha respectivement pour 2000 et 1997.

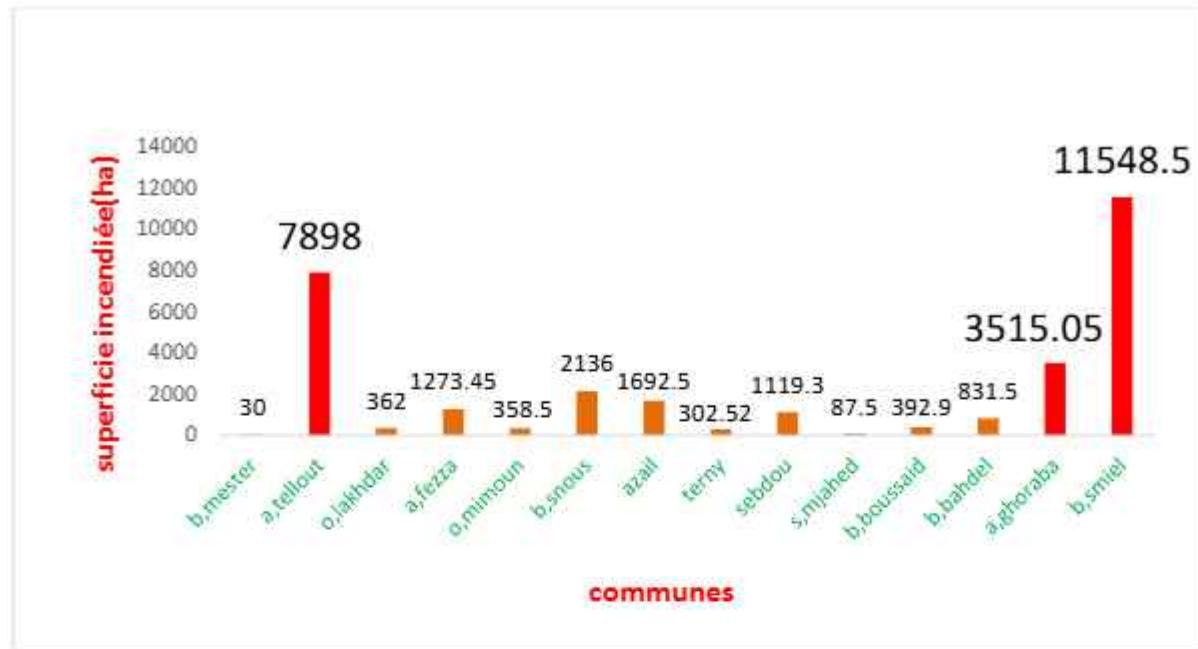


Figure 12 : Superficie incendiée dans les communes des Monts de Tlemcen (1994-2014)
(Bessaïd F, 2015)

Selon la figure 12 parmi les quatorze communes étudiées dans la région des Monts de Tlemcen celles qui présentent les plus importantes superficies parcourues par les incendies sont la commune de Beni Smiel avec une superficie de l'ordre de 11 548.5 ha et Ain Tellout avec 7898 ha et 3515ha pour Ain Ghoraba. Par contre pour les communes moyennement affectées par les incendies durant une période de 20 ans sont celles de Beni Snous (2136 ha), Azail (1692.5 ha), Ain Fezza (1273.45 ha), Sebdou (1119.3 ha)

Les communes de Beni Mester, Sidi Mjahed, restent les communes les moins affectées avec respectivement 30 ha et 87.5 ha incendiées sur les 20 dernières années.

V-Analyse comparative des deux grands ensembles :

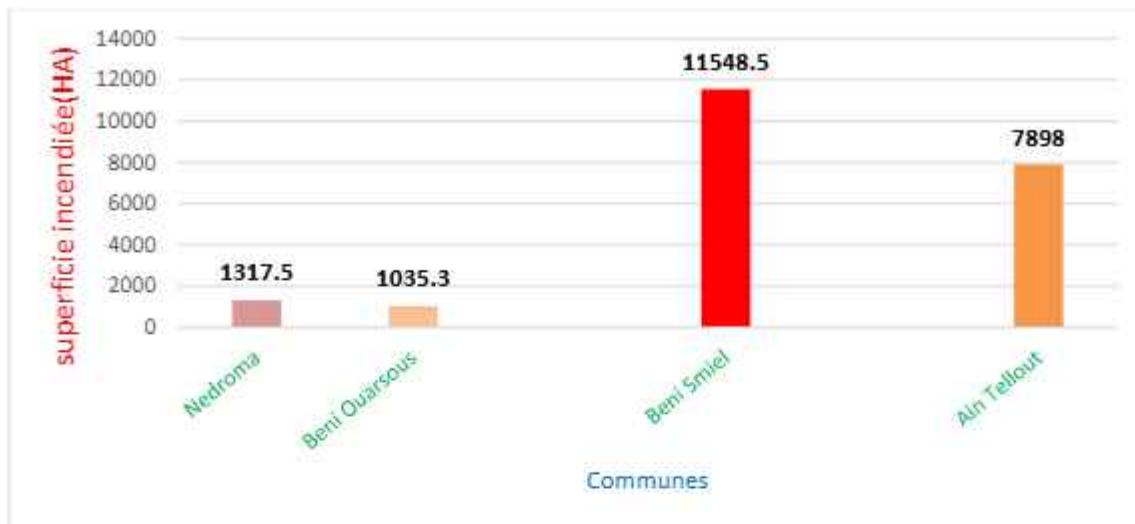


Figure 13 : Bilan des stations les plus incendiées dans les Monts de Tlemcen et des Traras

Entre 1994 et 2014 (Bessaïd F, 2015)

D'après la figure 13 une analyse comparative a été faite entre les quatre stations (communes) qui ont été les plus affectées par le phénomène d'incendie dans les monts de Tlemcen et des Traras durant les deux dernières décades, sachant que ces communes ont été choisies en s'appuyant sur la base des données fournie par la C.F.T en faisant des analyses statistiques on a pu faire ressortir les quatre communes fortement incendiée.

D'après les résultats on constate que les communes les plus affectées se situent au niveau des monts de Tlemcen avec Beni Smiel en premier (11548.5 Ha) et Ain Tellout en deuxième position (7898 Ha). Ensuite viennent celles de Nedroma (1317ha) et Beni Ouarsous (1035.3ha).

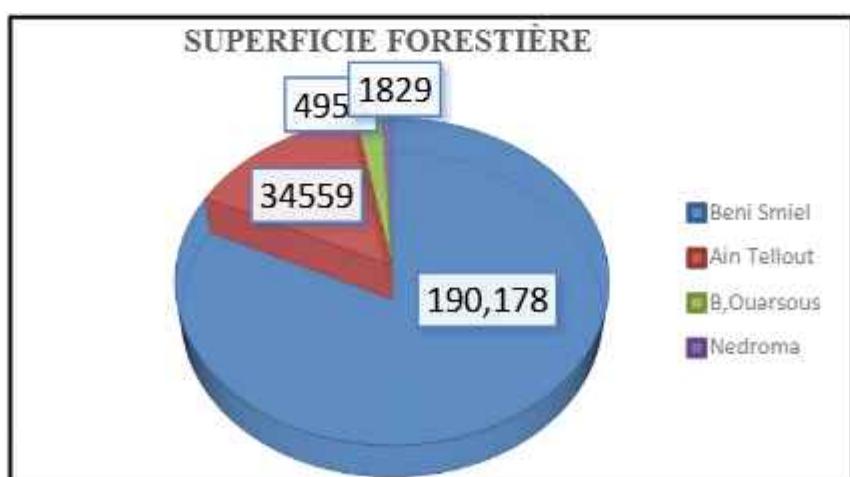


Figure 14: Superficie forestière des stations d'étude (C.F.T ,2014)

La figure 14 nous indique la part des forêts dans les quatre stations d'études dont Beni Smiel en premier avec une superficie de 190 178 ha, Ain Tallout avec 34 559 ha, Beni Ouarsous en troisième position avec 4959 ha et enfin Nedroma avec 1829 ha.

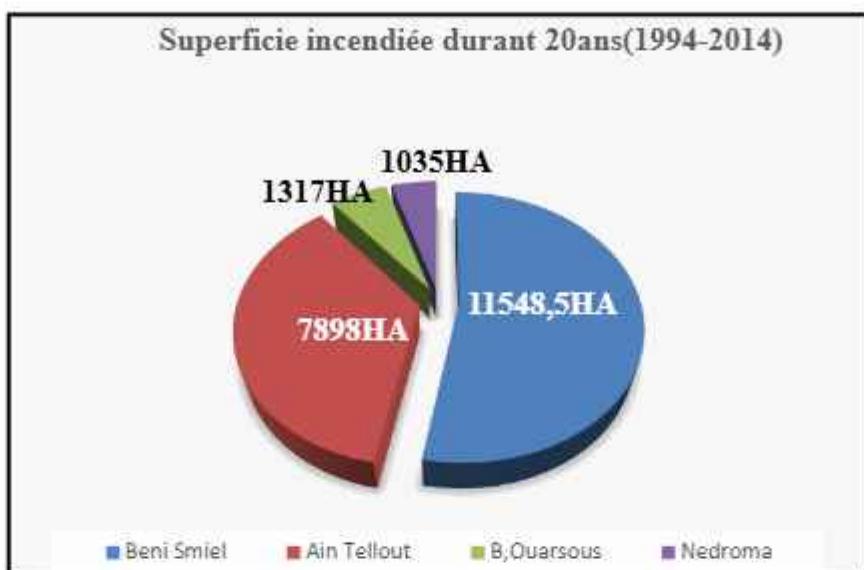


Figure 15 : Superficie incendiée des stations d'étude des 20 dernières années
(Bessaid .F, 2015)

La figure 15 indique les superficies parcourues par les incendies (1994-2014) dans les quatre communes, où la commune de Beni Smiel a connu le plus grand taux d'incendie ensuite Ain Tellout avec 7898 ha, Beni Ouarsous avec 1317 ha et 1035 ha pour Nedroma.

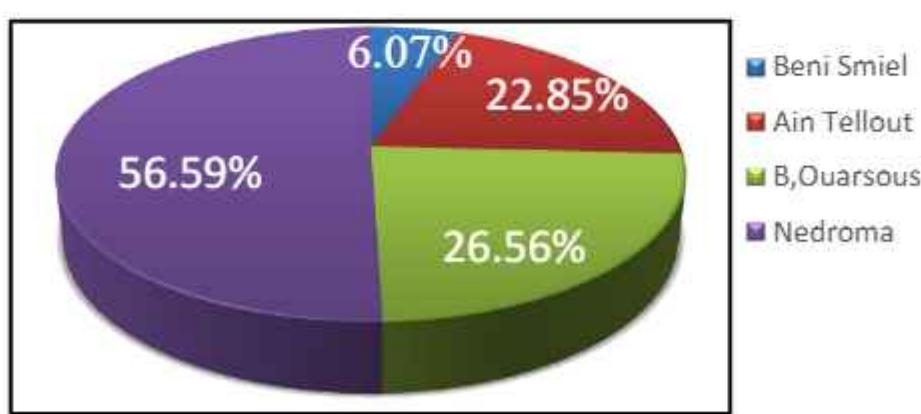


Figure 16 : Taux de surface incendiée des stations d'étude durant 20 ans (1994-2014)
(Bessaid .F, 2015)

D'après la figure 16 nous constatons que le taux de surface incendiée le plus important est celui de la commune de Nedroma avec 56.59% de sa superficie forestière, alors que Beni Smiel n'enregistre que 6.07% de surface incendiée et cela sur une période de 20 ans.

Pour Ain Tellout et Beni Ouarsous les incendies ont parcouru 22.85% et 26.56% de leur superficie forestière.

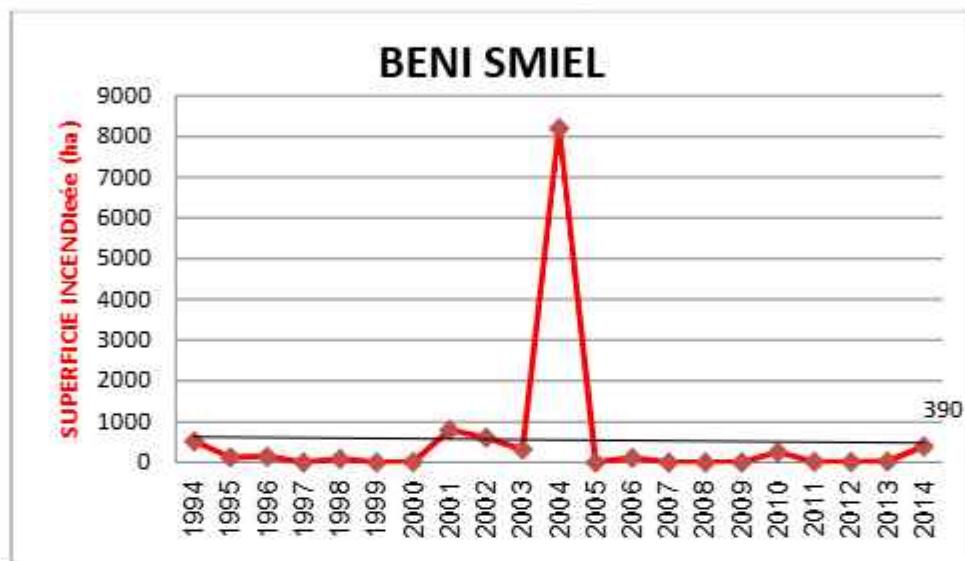


Figure 17 : L'évolution des incendies dans la commune de BENI SMIEL Durant les deux dernières décades (1994-2014) (Bessaïd .F, 2015)

Selon la figure 17, la commune de Beni Smiel a connu des incendies très importants car ils ont atteint les 8000 ha en 2004, puis ils commencent à diminuer à partir de 2005, 2006, 2007, 2008. En 2009 les incendies augmentent atteignant les 500 ha.

Les années 2011 ,2012 ont été plus ou moins calme.

En 2014 la superficie recommence à augmenter avec plus de 390 ha (C.F.T ,2015)

Remarque :

Dans cette station de Merbah (commune de Beni Smiel) on constate lors de nos investigations sur terrain que la superficie incendiée dépasse nettement la superficie obtenue de la base des données, donc les données sont erronées.

L'une des causes majeures de ces incendies est la récolte du miel et d'abeilles sauvages par des braconniers, car ils enclenchent le feu afin d'éloigner les abeilles, et par négligence ils ne l'éteignent pas et donc l'incendie se propage et ravage d'énormes superficies, et de cela risque de ne pas se restructurer facilement.

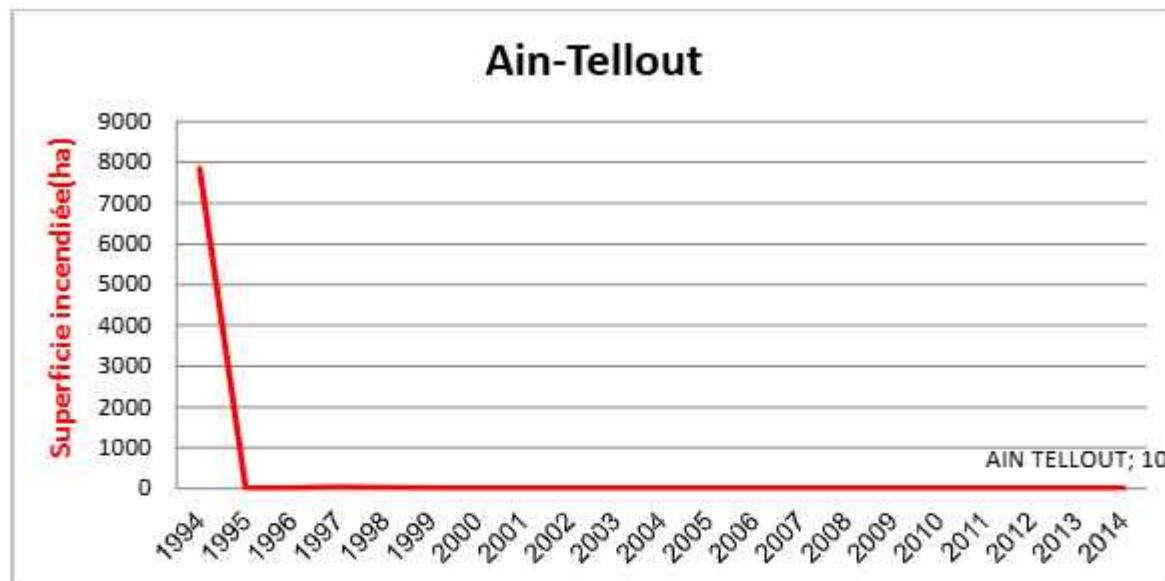


Figure 18: Evolution des incendies dans la commune d'Ain-Tellout durant les deux dernières décades (Bessaid .F, 2015)

La commune d'Ain-Tellout a connu d'énormes incendies en 1994 atteignant presque les 8000 ha.

Ensuite les incendies diminuent et commence à devenir moindre car en 2014 seulement 10 ha ont été parcourus par le feu.

D'après les résultats obtenus on a constaté que la forêt de Moulay Slissan n'a ou presque pas connue d'incendies important de 1995 à 2014 et cela grâce à la vigilance accrue des agents forestiers, aux importants aménagements tels que les tranchées par feu et à l'accès difficile du site (terrain très accidenté).

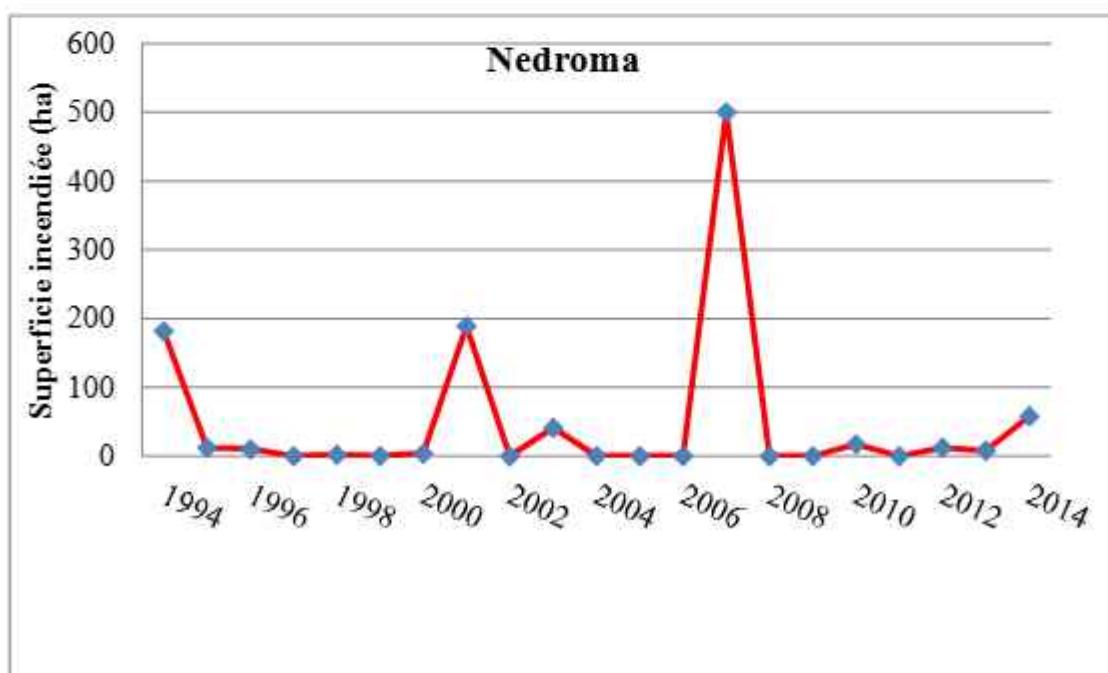


Figure 19 : Evolution des incendies dans la station de Nedroma durant 20 ans.

D'après la figure 19 la commune de Nedroma a connu des années plus ou moins calme à partir de 1994, jusqu'à l'année 2000 où ils oscillent vers 200 ha, en 2006 ils atteignent les 500 ha puis ils diminuent à partir de 2008, 2009 ensuite il recommence à osciller touchant presque les 100 hectares en 2014.

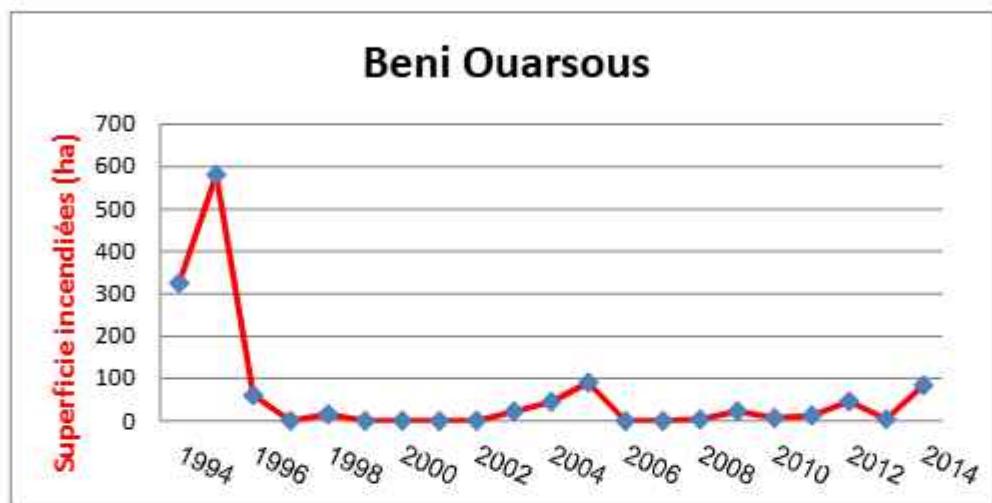


Figure 20 : Evolution des incendies dans la station de Beni Ouarsous (Bessaid .F, 2015)

La figure 20 montre l'évolution des incendies de la commune de Beni ouarsous au cours des deux dernières décades, cette commune a connue des incendies en 1995 ravageant près de 600 ha, puis en 2005 (100 ha).

Les années 2006, 2007, 2008 restent calme, en 2013 ils recommencent à augmenter atteignant les 100 ha.

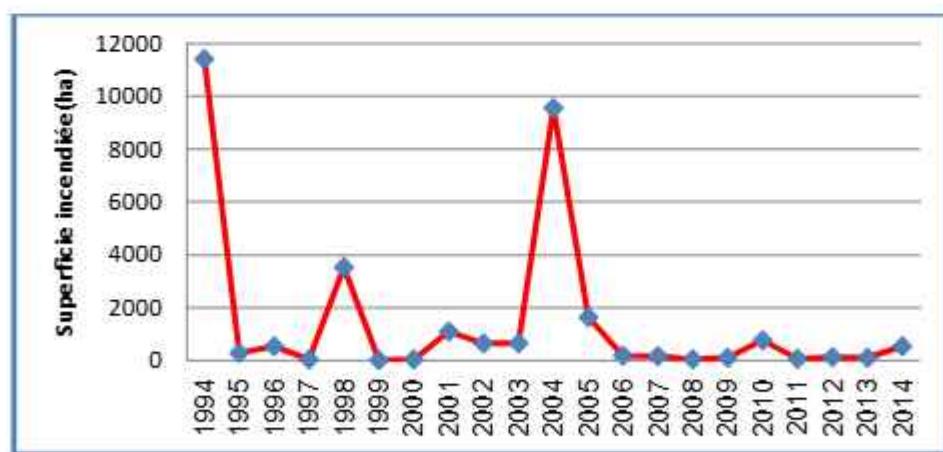


Figure 21 : Evolution des incendies des monts de Tlemcen durant les deux dernières décades (Bessaid .F, 2015)

L'évolution des incendies dans les monts de Tlemcen nous indique des fluctuations importantes de superficie incendiée durant ces vingt dernières années.

L'année 1994 reste l'année la plus marquante et catastrophique avec plus de 11 500 ha, ensuite on remarque des oscillations à partir de l'année 1997 allant jusqu'à l'année 2000.

En 2004 la région des monts de Tlemcen enregistre une superficie importante d'incendies avec près de 10 000 ha.

Les années 2006, 2007, 2008, 2009 restent calme par rapport aux années catastrophiques, puis en 2010 le taux recommence à augmenter jusqu'à atteindre près de 1000 ha, enfin 2014 il a été enregistré 539 ha.

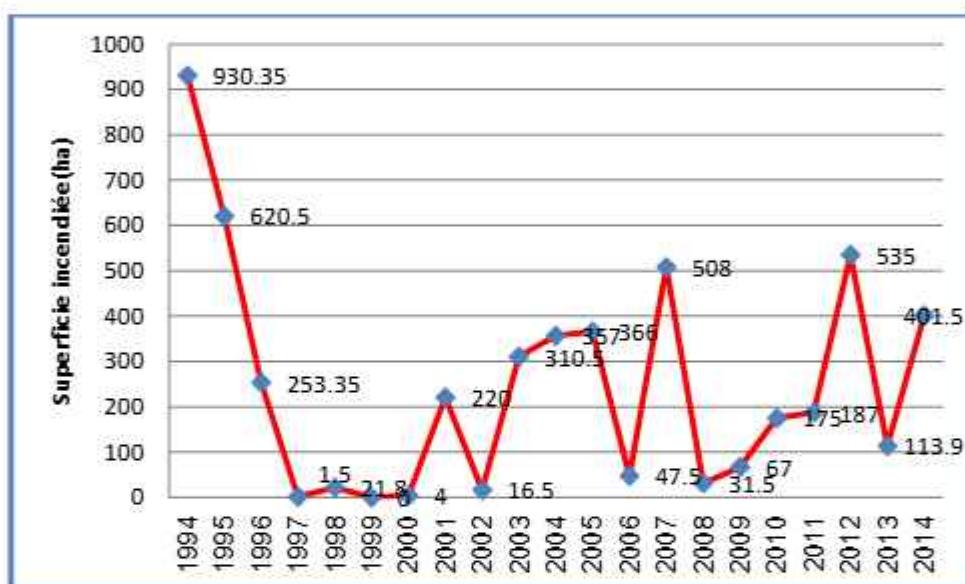


Figure 22: Evolution des incendies des monts des Traras durant les deux dernières décades (1994-2014) (Bessaid .F, 2015)

La figure 22 nous indique l'évolution des incendies qu'a vécus la zone des monts des Traras au cours des deux dernières décades.

La superficie des incendies se répartit de façon inégale sur les 20 ans.

L'année 1994 reste là aussi la plus importante d'un point de vu superficie respective brûlée avec 930.35 ha, puis ça commence à diminuer à 620.58 ha pour 1995, 253.35 ha pour 1996 et jusqu'à 1.5 ha en 1997.

Durant les années 2000, 2002, 2006, 2008, 2011, 2013 on remarque de nombreuses oscillations indiquant le déclenchement d'un nombre élevées d'incendies et avec des superficies de plus en plus importantes.

Ce déclenchement d'incendies est lié surtout aux types de végétation dont sa nature est très combustible (*Pinus halepensis*) en plus des conditions climatiques de plus en plus favorables aux déclenchements et propagation des feux.

VI-Nombre de foyers :

Généralement, la campagne de lutte contre les incendies débute en juin, mais la nature du climat de l'ouest Algérien fait qu'un incendie peut se déclencher même dans le mois de Mai.

La figure 23, donne une indication sur le nombre en pourcentage de foyer durant les 05 mois de la période (1994-2014) de lutte contre les incendies. On constate que le nombre de foyer est concentré pendant le mois de juillet et août où les températures atteignent généralement les maximums. Durant les mois de juin et septembre, le nombre d'incendie décroît. Le mois d'octobre enregistre le plus faible nombre d'incendie, soit 7% de la totalité.

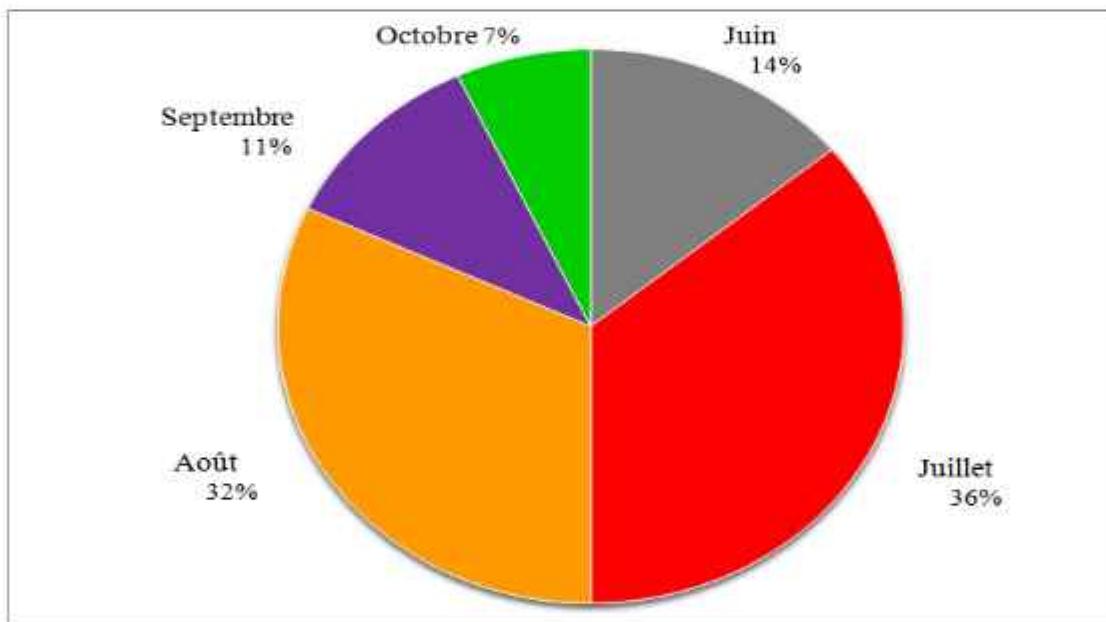


Figure 23 : Nombre de foyers en pourcentage pour la période (1994-2014)

(C.F.T, 2014)

VI-1-Dans la wilaya de Tlemcen :

La figure 24(a et b) montre la moyenne des incendies dans les 2 plus grands ensembles géomorphologiques de la wilaya de Tlemcen à savoir les monts des Traras et les monts de Tlemcen . On remarque que les monts de Tlemcen connaissent plus de feux de forêts que les monts des Traras avec respectivement 457 et 329 , en nombre de foyers ; quand aux superficies brûlées elles sont de 31 547,8 ha pour les monts de Tlemcen , alors que pour seulement 5167,9 ha pour les monts des Traras . Ces chiffres représentent 85,9% de superficie brûlée pour les monts de Tlemcen contre 14,10 pour les monts des Traras . Ce qui montre la vulnérabilité des formations végétales des monts de Tlemcen.

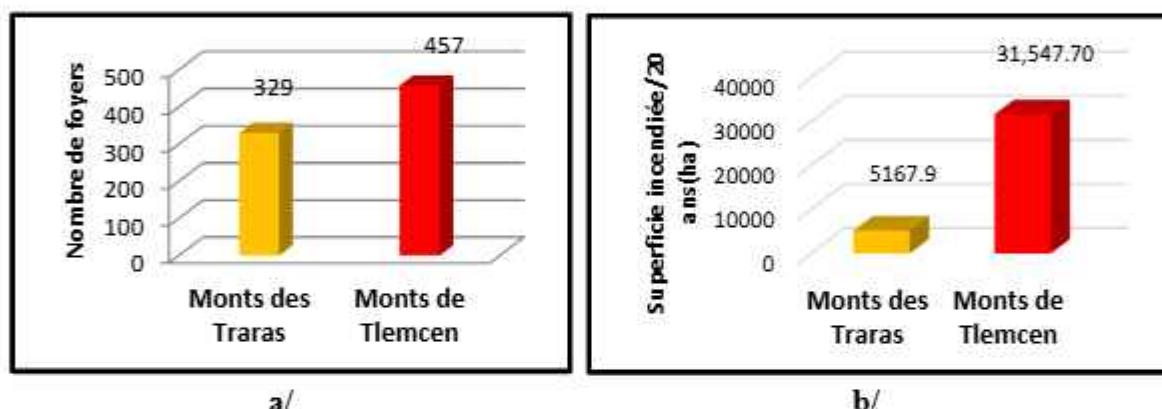


Figure 24: Comparaison entre le nombre de Foyers et la superficie incendiée des deux principaux ensembles (pendant 20 ans). (Bessaïd.F, 2015)

VI-1-1-Dans les monts de Tlemcen :

La figure 25 montre les sous ensembles montagneux les plus exposées au feux , il s'agit des monts de Ain-Tellout et de Beni Smiel .Globalement les 2 sous-ensemble ont enregistrées 74 départs de feux durant la période 1994-2014 avec 41 départ pour Ain-Tellout et 33 seulement pour Beni-Smiel ; quand aux superficies brûlées c'est plutôt le sous –ensemble qui a payé un lourd tribu avec 11 518,5 ha ravagé par le feu contre 7898 ha pour le sous –ensemble de Ain-Tellout .Il faut noter que ces ensembles sont composées essentiellement de *Pinus halepensis*, *Quercus ilex* , *Juniperus oxycedrus*, *Quercus suber* pour les ensembles forestiers et les chamaephytes représentées par *Ampelodesma* , *Jasminum*, *Chamaerops* , *Rosmarinus* ,...etc

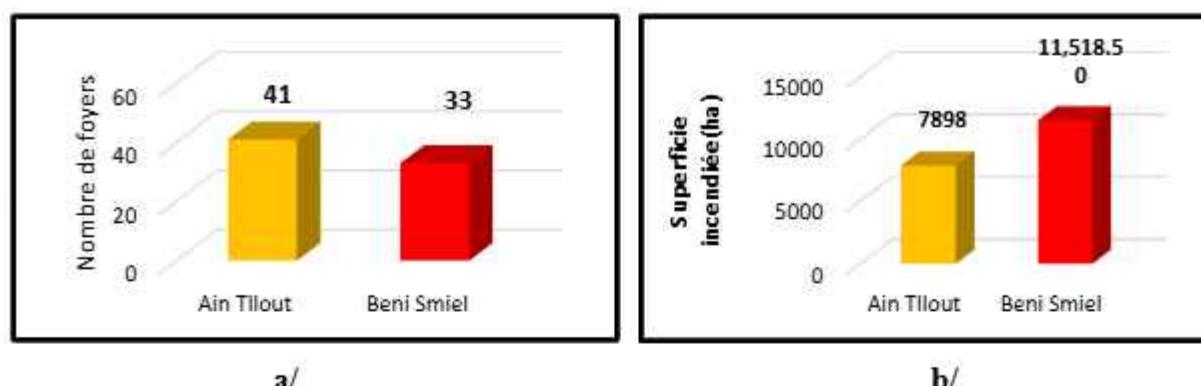


Figure 25 : Comparaison entre le nombre de Foyers et la superficie incendiée dans les deux communes des monts de Tlemcen (pendant 20 ans). (Bessaïd.F, 2015)

VI-1-2- Dans les monts des Traras :

Les monts des Traras représentées par les 2 sous-ensembles Beni-Ouarsous et Nedroma ont enregistrées 78 départs de feux et 2163, 8 ha de superficie forestière brûlées. Ce sont les forêts de Beni Ouarsous qui sont les plus affectées par ce fléau avec 1317,5 ha incendiées contre 846,3 ha pour les forêts de Nedroma (Figure 26). Naturellement ces ensembles sont composées de *Tetraclinis articulata*, *Juniperus oxycedrus*, *Quercus ilex*, *Eucalyptus globulus*, *Chamaerops humilis*, *Ampelodesma mauritanica*, *Rosmarinus officinalis*, *Ceratonia silqua*, ...etc

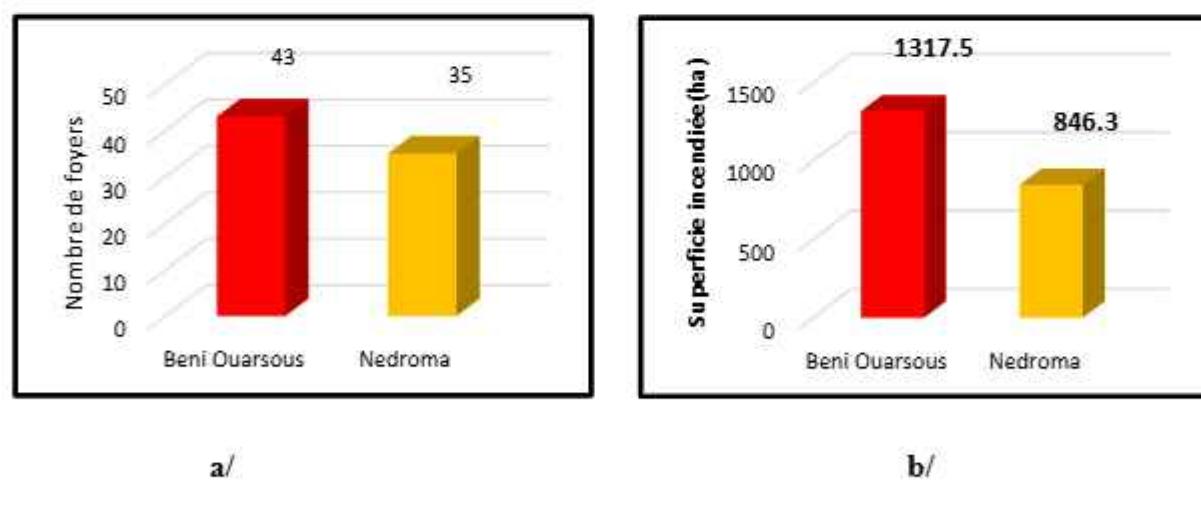


Figure 26 : Comparaison entre le nombre de Foyers et la superficie incendiée des deux communes des monts des Traras (pendant 20 ans). (Bessaïd.F, 2015)

VII-Répartition spatio-temporelles des feux :

On a collecté les superficies brûlées par mois pour avoir une idée distinctive sur l'ampleur de ce phénomène durant les mois les plus exposées aux feux de la période d'étude..

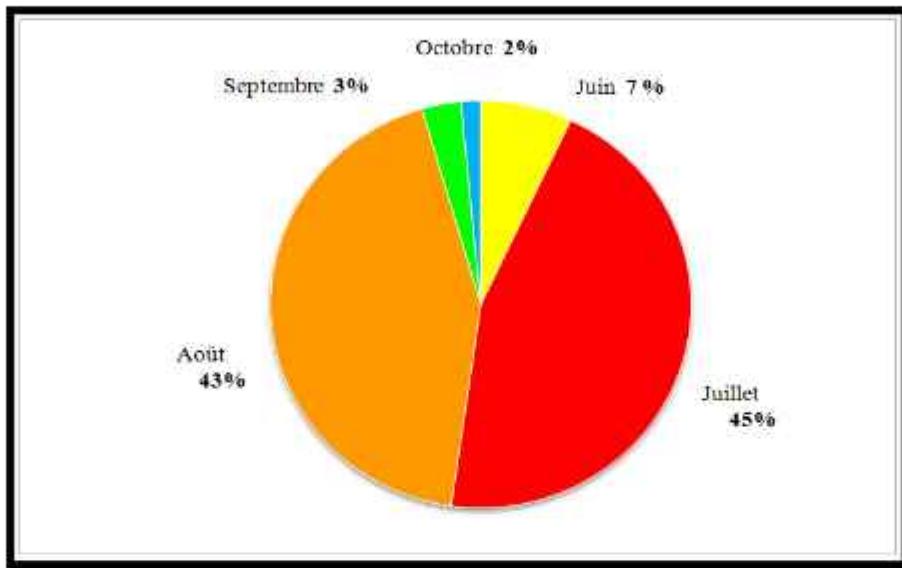


Figure 27 : Superficies brûlées en pourcentage pour la période (1994-2014)
(C.F.T, 2014)

Durant la période 1994-2014, les grandes superficies incendiées ont été enregistrées dans le mois de juillet (45%) et août (43%). La superficie incendiée dans le mois de juin est peu importante soit 7% (3885 ha). Durant le mois de septembre et d'octobre, les superficies incendiées sont faibles .On conclut, durant cette période de référence que le nombre de foyers et les superficies brûlées les plus importantes sont enregistrées durant le mois de juillet et août, et cela pour les deux zones d'études, monts de Tlemcen et monts des Traras (Figure 27).

VIII-Superficies brûlées par formation :

Nous avons pris en considération les moyennes des superficies brûlées de chaque formation (forêt, maquis, broussaille, alfa et autres), ainsi que la moyenne du nombre de foyers pour la période d'étude.La figure 30 donne une indication sur ce sujet.

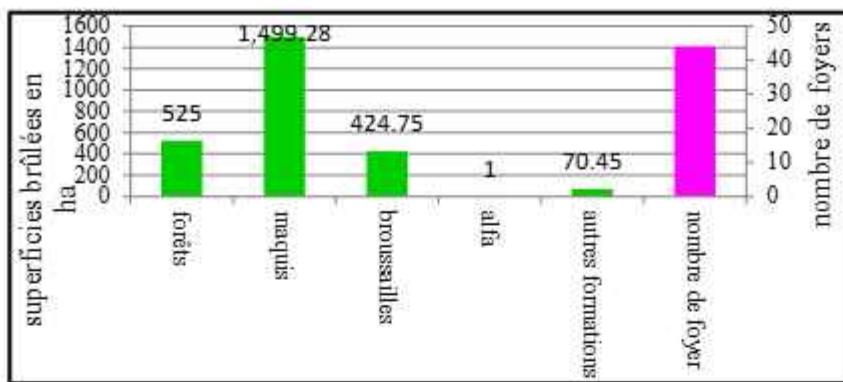


Figure 28 : Superficies brûlées par formation (1994-2014)
 (C.F.T, 2014)

Nous remarquons que la formation la plus incendiée c'est les maquis avec un total de 1499.28 ha, suivi par les forêts avec un total de 525 ha. Ces résultats paraissent logiques, car les éléments du maquis sont plus fins et se dessèchent rapidement et par conséquent cette formation est la plus disposée à prendre feu. C'est le même cas pour la forêt où domine le *pinus halepensis* dans la majeure partie des communes comme principale espèce utilisé dans le reboisement. Cette espèce accompagnée de broussailles sèches et une abondance de litière est très sensible à la déclaration d'un incendie.

IX- Moment d'éclosion des feux dans la journée :

Il nous a semblé intéressant de connaître le moment de l'éclosion des feux . De ce fait les données des institutions compétentes nous ont été d'une grande utilité. Connaitre le moment de départ des feux permettra de se préparer pour toute intervention.

IX-1-Pour les monts de Tlemcen :

L'analyse des données obtenues auprès de la conservation des forêts de Tlemcen (C.F.T) montre que le feu peut éclore à n'importe quel moment durant les 24 heures des mois les plus pyrophyles .La figure 31 montre que les heures ou le feu se déclare se situe entre 13h et 18h avec une moyenne de 10 départs ; suivie de la période 8h-13h avec 9 départs, puis 18h – 4h avec 5 départs .Ceci s'explique par une forte température de 13h à 18h des mois concernés par le feu à savoir Juillet et Aout

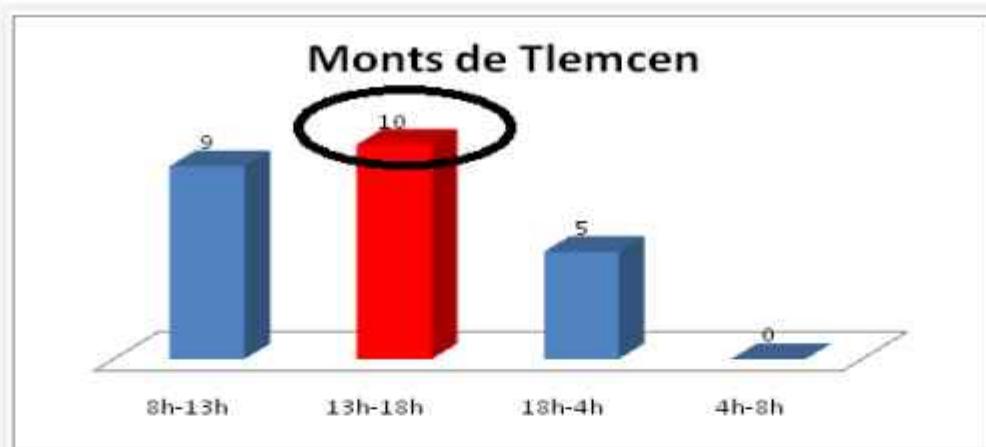


Figure 29 : Part des foyers dans les 24h de la journée dans les monts de Tlemcen

(C.F.T 2014)

IX-2-Pour les monts des Traras :

Pour ce qui en est des monts des Traras on a déduit en se basant toujours sur les données obtenue de la conservation des forêts de Tlemcen que les incendies se déclenchaient à partir de 8 heures du matin jusqu'à 13 heures. Avec 15 départs ; suivi de la période 13-18h et enfin 18-04h.

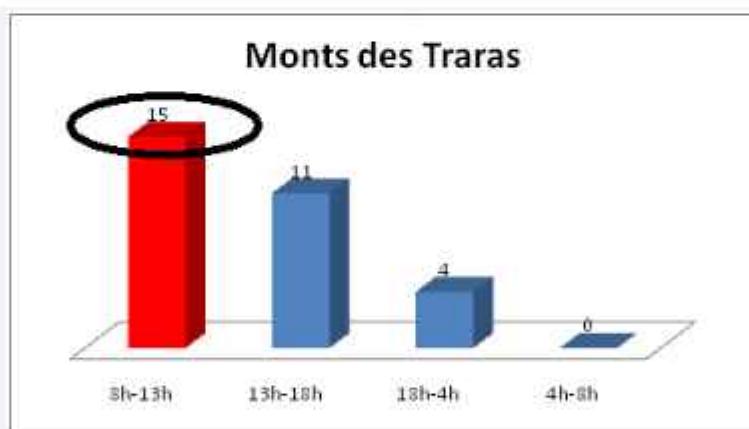


Figure 30 : Part des foyers dans les 24h de la journée dans les monts des Traras (C.F.T 2014)

X-La vitesse d'intervention :

D'après les informations recueillis au niveau de la C.F.T, nous constatons que la vitesse d'intervention des services forestiers est plus rapide au niveau de la zone des monts des Traras car elle dure au maximum 2 jours pour que l'incendie soit éteint(incendie de Beni Ouarsous du 15/06/2005 à 11 H 15 au 17/06/2005 à 12 H), alors que dans les monts de Tlemcen l'incendie peut rester jusqu'à 7 jours pour qu'il soit totalement éteint.(incendie de Beni Smiel du 20-08-2004 au 27-08-2004),et cela est dû à divers causes dont la nature du site ou du terrain , le nombre

d'intervenants (ressources humaines), le manque de matériels efficace pour l'extinction des feux de forêts (Figure 33). Il faut rappeler que la durée de l'intervention dépend de nombreux facteurs dont les plus importants sont l'ampleur du feu, le vent et les moyens mis en œuvres.

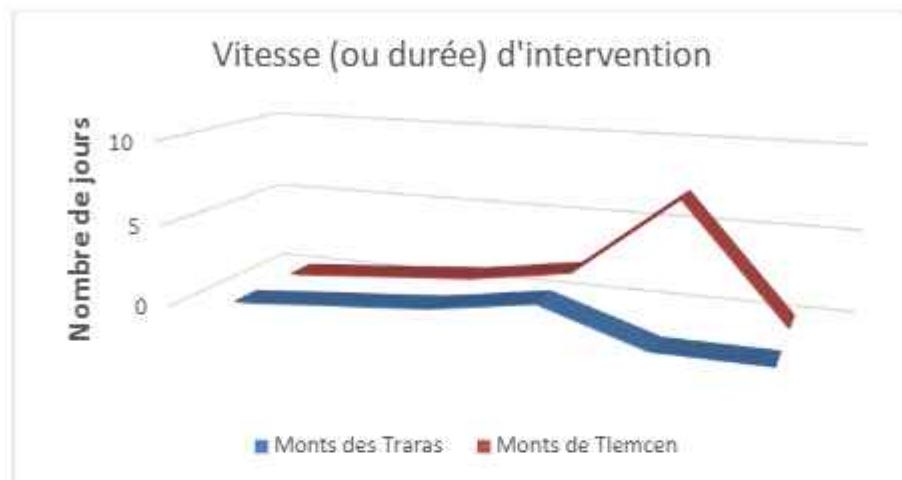


Figure 31 : Comparaison de la vitesse d'intervention dans les deux zones d'étude (monts des Traras et monts de Tlemcen) (Bessaïd.F, 2015)

XI-Essai cartographique des feux de forêts :

La problématique des feux de forêts ne se résume pas à la politique de « Défense des forêts contre les incendies » (DFCI) stricto sensu. La majorité des incendies de forêt ont aujourd’hui pour origine l’utilisation du feu en dehors de la forêt. L’espace anthropique est générateur d’incendie. Plus l’espace est vécu, plus les probabilités d’éclosions augmentent.

En dépit des mesures qui ont été prises par les autorités publiques devant ce danger, la situation en matière de protection des forêts n'a pas abouti à une organisation adéquate. L'efficacité du dispositif de lutte permet de traiter en partie le risque mais présente certaines limites. Il doit être complété par un dispositif de prévention.

Le développement de l'urbanisation a multiplié les zones d'interfaces forêt-habitat et donc augmenté les probabilités de départ de feu et les vulnérabilités.

Le développement rapide des activités a conduit à une augmentation importante des installations humaines exposées au risque d'incendie. C'est face à cette situation critique, que nous avons voulu proposer un essai cartographique de la sensibilité des communes aux incendies pour la wilaya de Tlemcen(monts de Tlemcen et monts des Traras). Le plan ainsi établi fait ressortir :

- Des zones en rouge de très forte sensibilité aux incendies de forêts, qui vont déterminer "les zones de danger" (zones rouges).
 - Des zones en orangé de sensibilité moyenne aux incendies de forêts du territoire, qui sont des zones de précautions.

-Des zones en couleur rose représentant une faible sensibilité aux incendies.

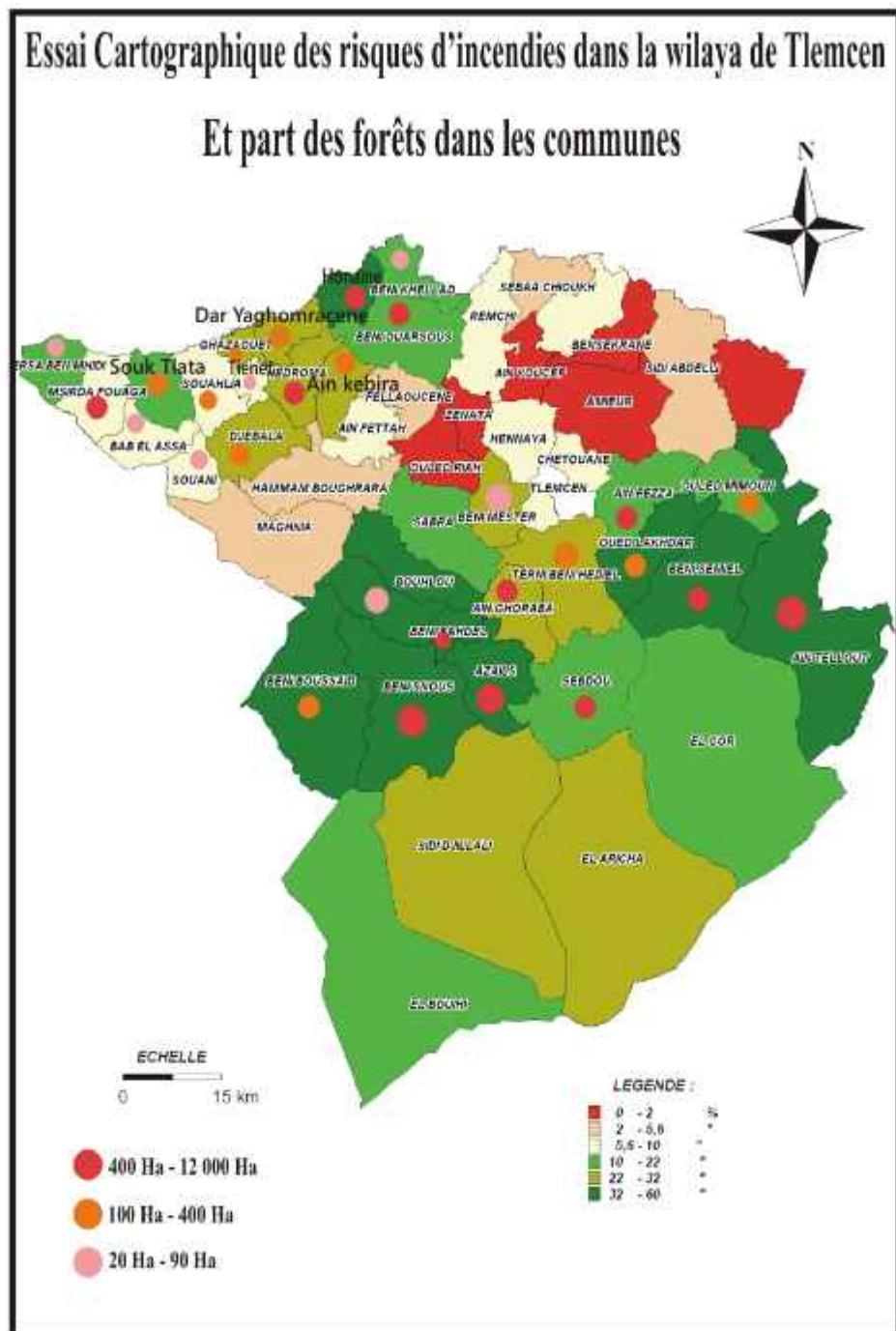


Figure 32: Essai Cartographique de la sensibilité des communes aux incendies de la wilaya de Tlemcen (monts des Traras et monts de Tlemcen)
(Bessaïd.F, 2015)

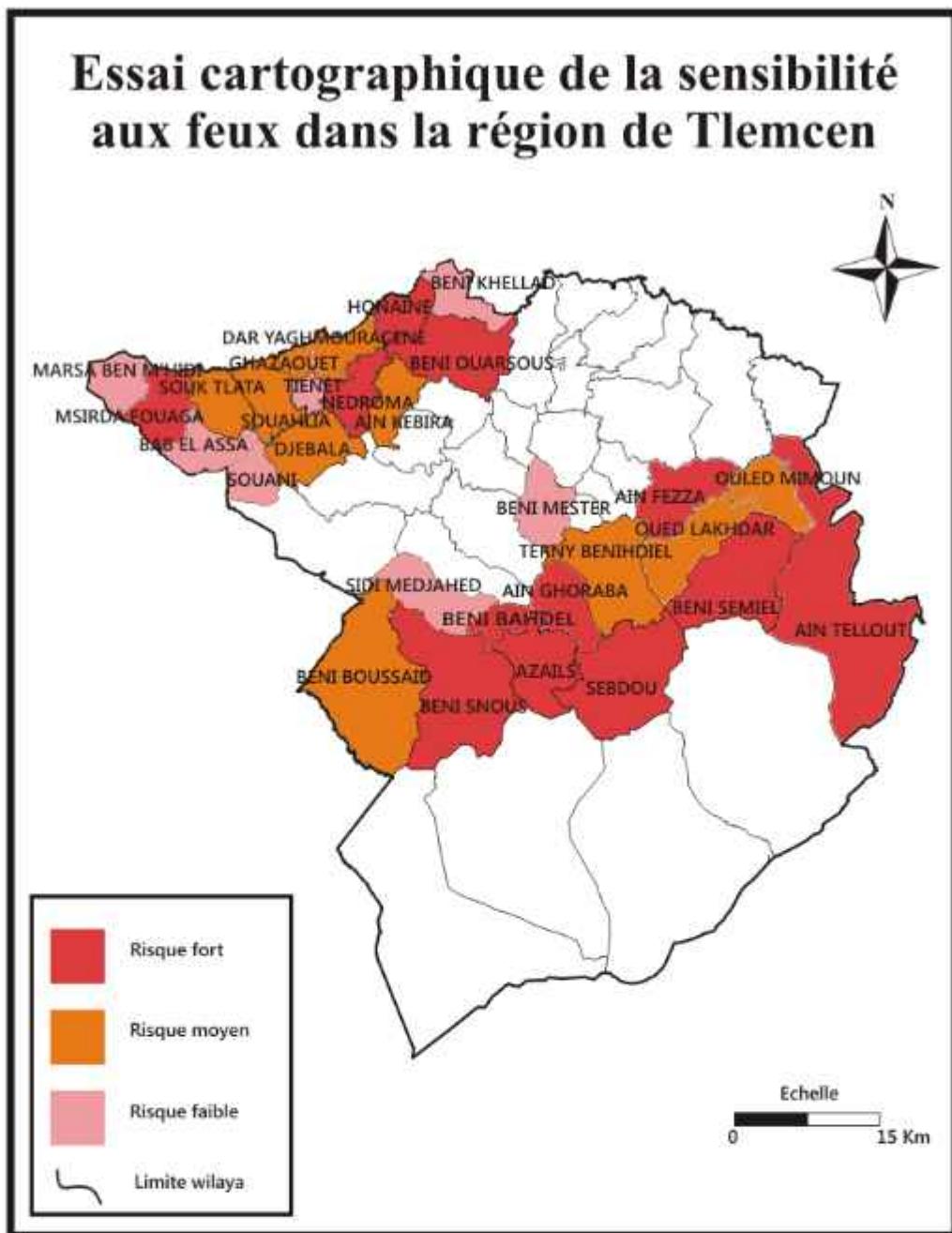


Figure 33: Essai cartographique de la sensibilité aux incendies dans la région de Tlemcen

(Bessaïd.F, 2015)

Les figures 32 et 33 nous donnent une représentation des zones les plus vulnérables aux feux de forêts et donc les décisions seront prises en fonction de cela.

Conclusion

Il ressort de cette étude que les principales et importantes superficies incendiées se localisent dans les monts de Tlemcen avec une superficie de 31547,7 Ha sur une période de 20 ans alors que les monts des Traras présentent une superficie de 5167,9 ha.

Les monts de Tlemcen sont extrêmement menacés par le phénomène d'incendie.

Le bilan d'incendie est différent d'une commune à une autre, et d'une année à une autre, cela est dû aux mauvaises répartitions des surfaces boisées entre les communes et aux conditions climatiques de chaque années.

Le déclenchement d'incendies dans la région est dû d'une manière générale à l'imprudence et la négligence de la population. Cependant, les caractéristiques de la végétation de plus en plus xérophytique et la brutalité du climat peuvent créer des conditions favorables à leur développement et rend difficile leur contrôle.

La gestion de l'ensemble des informations citées dans ce chapitre a pour objectifs d'améliorer la prévention , de mieux évaluer le risque , de permettre une intervention plus efficace des secours , d'estimer convenablement les dégâts et de préconiser un aménagement adéquat pour les zones incendiées.

Il paraît donc que toute tentative de protection contre le feu ne sera efficace que si les bonnes mesures seront entreprises afin de mieux cerner les causes réelles de ce fléau.

Donc elle dépendra avant tout des impacts anthropiques actuels, tel que le pâturage, tourisme, urbanisation au détriment des terrains forestiers, mais surtout négligence et méconnaissance des populations de la gravité du problème (qui est l'incendie).

La politique de prévention du risque incendie de forêt doit être donc orientée vers une Planification de l'usage des sols et la maîtrise de l'urbanisation, dans une perspective de développement durable (Medjahdi ,2008).

C'est en partie l'esprit des plans de prévention des risques d'incendies de forêt (PPRIF), qui tentent de répondre à cette ambition et constituent localement les bons outils qui permettront la mise en œuvre des actions de prévention lors de l'élaboration des plans d'occupations du sol.

Ces plans basés sur un zonage du territoire, délimite des zones interdites aux constructions (zone rouge) et des secteurs qui ne sont pas directement exposés aux risques mais dont l'utilisation du sol pourraient aggraver les risques (zone bleue). Il définissent des mesures de prévention et de modalités de mise en conformité des aménagements existants.

Pour intégrer le risque d'incendie de forêt dans l'aménagement du territoire et élaborer les PPRIF, les communes constituent les interlocuteurs privilégiés de l'Etat. Une action concentrée entre les services instructeurs et les collectivités permettent de définir dans les meilleures conditions les mesures pérennes et efficaces du PPRIF (Medjahdi ,2008).

Chapitre III

Feux de forêts du Parc national de Tlemcen (2011-2020)

Chapitre III : Feux de forêts du P.N.T (2011-2020)

Introduction

Les incendies de forêts sont une véritable calamité pour l'équilibre du milieu méditerranéen en Algérie mais aussi surtout dans notre région d'étude Tlemcen. Nos forêts caractérisées par leur extrême pyrophylitique, accentuée par la nature xérothermique du climat méditerranéen, sont des écosystèmes très fragiles et le feu constitue l'un de leurs plus grands ennemis (Khalid, 2008).

Selon Delabraise(1985), Le-Houerou(1980), Tatoni et Barbero (1990), les incendies constituent une perturbation majeure des paysages méditerranéens et sont liés à une pression anthropique intense.

D'après Le-Houerou (1980), les risques d'incendies et les ravages du feu sont d'autant plus grand que la saison sèche est plus longue et que la végétation est plus sensible et inflammable.

Les pratiques de feux courants, l'abandon de certains terrains de parcours permettent l'installation des essences facilement inflammables, de même que l'action humaine sont autant de facteurs qui favorisent l'éclosion d'incendies (Selaji, 2006).

Il est difficile de connaître avec certitude depuis quelle époque le feu exerce son influence sur la terre. Cependant, les feux de forêts ne sont pas spécifiques à notre époque moderne. De nombreux récits anciens et récents témoignent des ravages d'incendies catastrophes provoquées par la main de l'homme. (Lachab, 2011).

Le feu a pu survenir dès qu'une végétation terrestre a existé (Harris, 1958 ; Jones et Chaloner ,1991).

Au début le feu était un agent naturel qui apparaissait plus ou moins régulièrement dans le cycle naturel de la dynamique des écosystèmes. Sa venue entraînait le rajeunissement de certains peuplements végétaux et créait une mosaïque de communautés ; l'apparition de l'homme sur la scène a perturbé cet équilibre de la nature y substituant une situation artificielle et bouleversant tout l'ordre originel.

Les différents écosystèmes de la partie ouest algérienne ont été le siège de nombreux feux.

Des milliers d'hectares de ces derniers ont pris feu durant ces dernières décades.

Faire le bilan et analyser avec une grande minutie les données recueillies permet de trouver une solution à ce phénomène ou au moins de limiter son ampleur.

La zone d'étude(Parc national de Tlemcen) par sa composition floristique riche en espèces chamaephytiques n'a pas échappé aux incendies, avec une moyenne annuelle incendiées de l'ordre de 70 hectares pour la période allant de 2000 jusqu'à 2020 ravageant ainsi au cours de ces vingt ans plus de 1179 hectares .

La forêt domaniale de Zariffet faisant partie intégrante du parc national de Tlemcen, elle seul a subit plusieurs incendies destructeurs avec une moyenne de 40hectares pour la période de 2011 jusqu'à 2020, ravageant ainsi une superficie assez importante de l'ordre de plus de 402 hectares en neuf ans seulement.

Dans notre études il nous est indispensable d'utiliser Les bilans d'incendie annuels afin de nous permettre de localiser les impacts incendiés, la superficie ainsi que la composition floristique des stations d'étude, c'est pour cela qu'il est nécessaire d'élaborer des bilans détailler de la région d'étude(wilaya de Tlemcen), la zone(parc national de Tlemcen) et la station d'étude (Forêt domaniale de Zariffet).

I-Bilan des feux de forêts de la wilaya de Tlemcen :

Tableau 05 : Superficie incendié durant les six dernières années en Ha (P.N.T ,2021)

Année	Superficie brûlée en Ha
2015	3581,9
2016	724,5
2017	460,1
2018	147,3
2019	594,6
2020	833,1

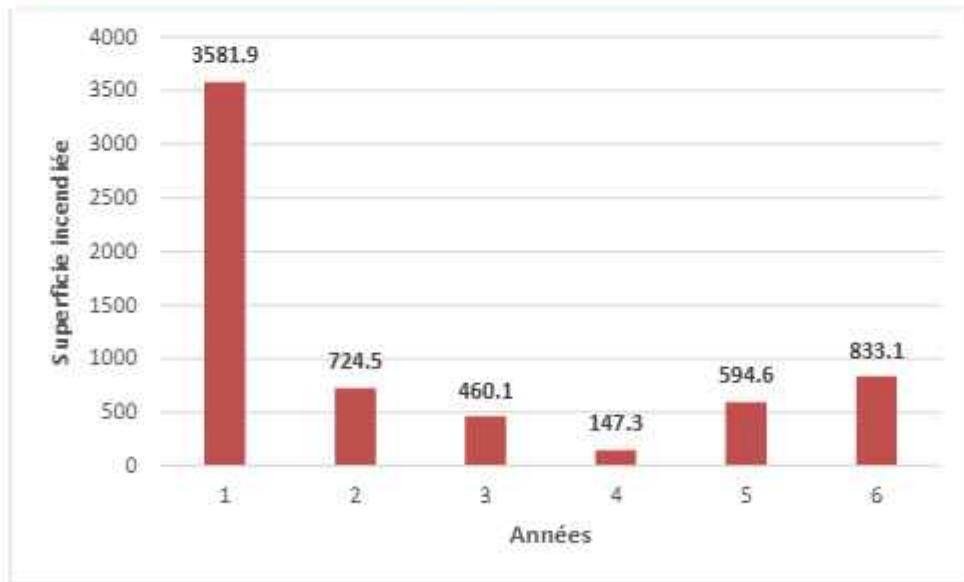


Figure 34 : Evolution des incendies de forêts de la wilaya de Tlemcen (2015-2020)

Le tableau 05 et la figure 34 montrant l'évolution des feux de forêts de la wilaya de Tlemcen indiquant bien que l'année 2015 a été catastrophique pour les formations végétales de la wilaya de Tlemcen, les flammes ont ravagées plus de 3581 ha.

La wilaya de Tlemcen à enregistrées plus de 6409 ha détruites par les flammes et cela au cours de seulement six ans (2015-2020).

II-Bilan des feux de forêts du parc national de Tlemcen :

Tableau 06: Evolution des incendies de forêts au niveau du parc national de Tlemcen
(P.N.T, 2021)

Année	Superficies Incendies (Ha)
2000	2
2001	3
2002	5
2003	55
2004	187
2005	260
2006	1.5
2007	55
2008	0.5
2009	6
2010	106.9
2011	103,2
2012	40
2013	8.2
2014	20,6
2015	234,5
2016	72,8(L'incendie étudié)
2017	1,6
2018	2,6
2019	5,8
2020	125,6

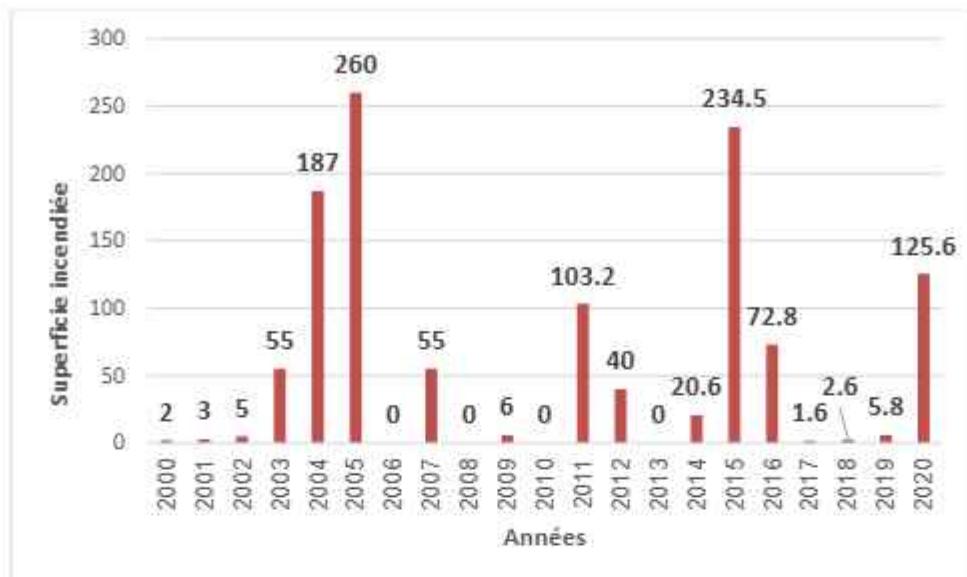


Figure 35 : Evolution des incendies de forêts du parc national de Tlemcen durant les vingt dernières années (2000-2020)

Le tableau 06 et la figure 35 montrant l'évolution des feux de forêts du parc national de Tlemcen enregistrant ainsi 205 ha en 2005 et 234 ha en 2015 comme les plus importantes superficie incendiées durant deux dernières décades (2000-2020).

III-Bilan des feux de forêts de Zariffet :

Tableau 07 : Evolution des incendies de forêts au niveau de la forêt domaniale de Zariffet

(P.N.T, 2021)

Année	Superficies Incendies (Ha)
2011	80
2012	0
2013	0.2
2014	0
2015	160.5
2016	72.1
2017	0.003
2018	0.5
2019	0.3
2020	88.7

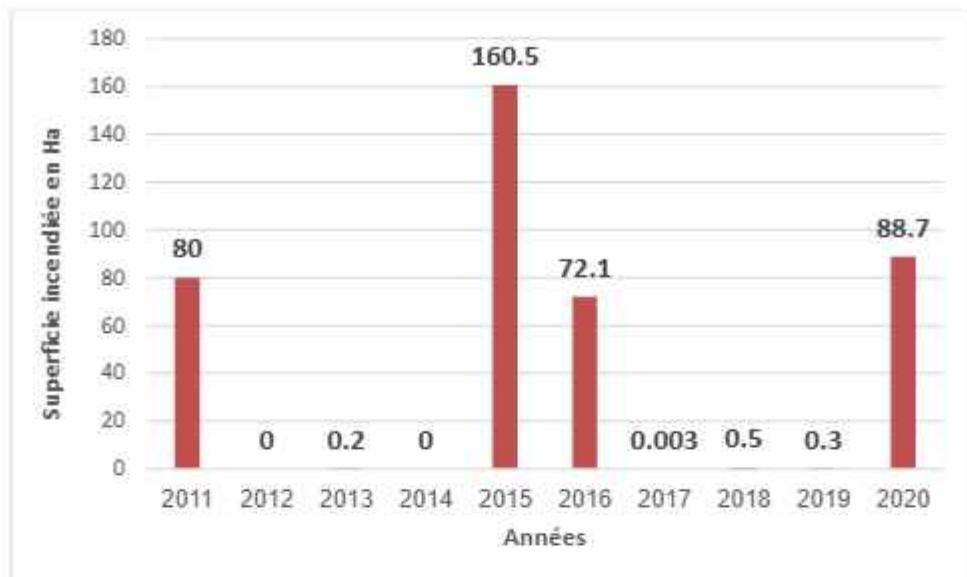


Figure 36 : Evolution des feux de forêts au niveau de Zariffet durant la dernière décennie (2011-2020)

Avec 160 ha l'année 2015 occupe la première place en superficie incendiée suivie par 80 ha en 2011 et plus de 70 ha en 2016 correspondant à l'incendie du 24-10-2016 (au niveau de la station d'étude) et enfin plus de 88 ha en 2020.

Conclusion

Les incendies de forêts ont été critiques pour la wilaya de Tlemcen au cours de six ans seulement ils ont détruit une superficie forestière très importante de l'ordre de 6409 ha avec une moyenne de plus de 1000 ha par an, et qui est très grave pour le peu de formation végétale restante.

Le P.N.T partie intégrante des monts de Tlemcen à lui seul une superficie de plus de 442 Ha à été enregistrées les six dernières années.

La forêt domaniale de Zariffet l'une des principales forêts du P.N.T après celle de Haffir en seulement six ans elle a subi des incendies répétés ravageant plus de 322 ha ; affectant ainsi la subéraie et la yezeraie déjà profondément fragilisées par la fréquence et la durée des feux de forêts au cours des années précédentes.

Chapitre IV

Systématique, Taxonomie et écologie du *(Quercus ilex, Quercus suber)*

Chapitre IV : Systématique, Taxonomie et écologie du (*Quercus suber*, *Quercus ilex*)

I-Historique des chênes :

Les chênes (*Quercus*) représentent un capital forestier, ils couvrent, environ 40 % de la forêt Algérienne (Alatou, 1994). Cette essence compte plusieurs espèces dont les plus dominantes sont *Quercus ilex* (*Q. ilex*) et *Quercus suber* (*Q. suber*) (Solymos, 1993 et Hochbichler, 1993).

Le mot Chêne vient du Gaulois « Cassinu », puis du latin « Casnus », puis du vieux français « Chasne » (Dujardin, 2010).

Chêne est le nom vernaculaire de nombreuses espèces d'arbres et d'arbustes appartenant au genre *Quercus*, et à certains genres apparentés de la famille des *Fagacées*, notamment *Cyclobalanopsi* et *Lithocarpus*. D'après Hubert (2013), cette famille des Fagacées est proche génétiquement des Cucurbitales, des Rosales, puis des Fabales. Elle comprend plus de 1000 espèces sur le globe, et regroupe 8 genres actuellement : *Fagus*, *Castanea*, *Castanopsis*, *Chrysolepis*, *Trigonobalanus*, *Lithocarpus*, *Notholithocarpus* et *Quercus* (Tableau 08)

Tableau 08: Distribution géographique et nombre d'espèces chez les Principaux genres des Fagacées (Hubert, 2013).

Genre	Nombre d'espèces	Répartition Géographique
<i>Castanea</i>	12	Europe, Asie, Amérique du Nord
<i>Castanopsis</i>	100-200	Sud Est Asiatique
<i>Chrysolepis</i>	2	Amérique du Nord
<i>Fagus</i>	13	Europe, Asie, Amérique du Nord (une espèce)
<i>Lithocarpus</i>	300	Asie
<i>Notholithocarpus</i>	1	Amérique du Nord
<i>Quercus</i>	➤ 300-450 (<i>Euquercus</i>) ➤ 150 (<i>Cyclobalanopsis</i>)	➤ Europe, Asie, Amérique du Nord, Centrale et du Sud, Afrique du Nord ➤ Sud de la Chine, Indochine
<i>Trigonobalanus</i>	3	Asie, Amérique du Sud (Colombie)

II – Chêne liège (*Quercus suber*) :

Le nom scientifique de chêne liège c'est (*Quercus suber*) où le premier non « *Quercus* » regroupe tous les arbres producteurs des glands (genre) ; « *Suber* » signifie liège. L'arbre a été décrit pour la première fois par le botaniste Suédois Linné en 1753.

II-1-Aire de répartition :

Le chêne-liège occupe dans le monde une aire naturelle relativement restreinte, débordant sur les côtes atlantiques depuis le Maroc jusqu'au Golfe de Gascogne, entre les latitudes extrêmes Nord 31°et 45°. Il est spontané sur tout le pourtour Ouest de la Méditerranée, en Italie, Corse, France, Algérie et en Tunisie (Boudy, 1950). D'après la direction générale des forêts en 2003; l'Algérie possède un patrimoine forestier d'environ 4.1 millions d'hectares, les forêts de chêne liège occupent 440.000 Ha dont 229.000 Ha de subéraies considérées productives, avec une possibilité productive de 0,6 qx /Ha.

Les forêts de chêne-liège s'étendent en Algérie le long d'une zone littorale d'une largeur de 60 à 70 Km dans sa partie moyenne, d'Algérie la frontière tunisienne. Les plus importantes et les principaux centres d'exploitation se trouvent à l'Est aux environs de Bejaia, Jijel, Calla. Les superficies des massifs de chêne-liège reparties sur le territoire national sont représentées dans le tableau 09 et figure 37.

Tableau 09: Répartition des forêts productives de chêne-liège par wilaya (D.G.F, 2003)

Wilaya	Superficie (ha)	%/Surface global
SKIKDA	55423	24
JIJEL	50423	22
GUALMA-SOUK-AHRAS	47441	21
ANNABA-ELTARF	35928	16
TIZI OUZOU	12500	5,4
CHLEF-AINDEFLA	11417	5
BLIDA-TIPAZA	3673	1,5
BOUIRA	3538	1,5
TELEMcen	2100	1
SETIF	2081	1
TIARET	1437	0,6
TESSEMSILTE	1045	0,4
MOSTAGHANEM	570	
BOUMERDES	500	
MEDEA	338	
MILA-CONSTANTINE	211	0,6
ORAN	200	
MASCARA	100	
Total	228925	100

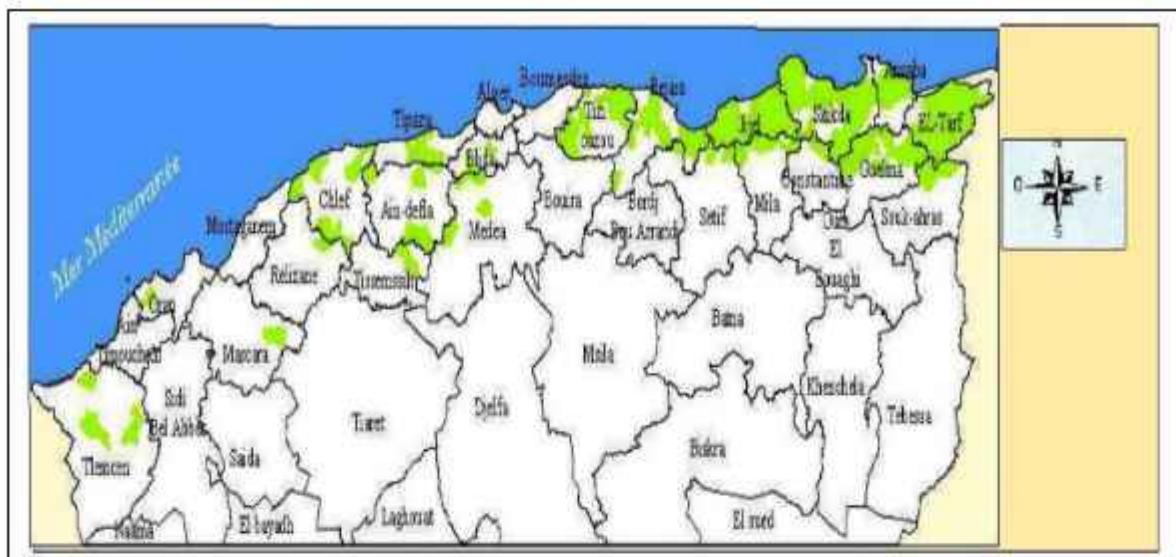


Figure 37: Aire de répartition du chêne liège (*Quercus suber*) en Algérie
(Source : D.G.F, 2003).

II-2-Systématique du chêne liège (*Quercus suber*) :

Selon la troisième version de classification botanique des Angiospermes établie par Angiosperm Phylogeny Group (APG III), (Chase et Reveal, 2009), *Quercus suber* L. présente la taxonomie suivante :

Règne : Végétal

Embranchement : Trachéophytes

Sous-embranchement: Ptéropsidés

Classe : Angiospermes

Sous classe : Dicotylédones

Ordre : Fagales

Famille : Fagaceae

Genre: *Quercus*

Espèce: *Suber* L.

II-3-Caractéristiques botaniques (Photo 1):

Q. suber est un arbre de taille variable allant de 10 à 15m en moyenne, il peut atteindre 20 à 25 m en peuplements denses. Son port est variable et en fonction de la densité du peuplement. Il peut vivre jusqu'à 500 ans mais les levées successives de liège, les éventuels incendies et les conditions stationnelles, diminuent fortement cette longévité jusqu'à environ 150 à 200 ans (Vignes, 1990).

-**Système racinaire :** Il est pivotant avec des ramifications latérales puissantes, évoluant horizontalement d'une distance de 22 à 32 cm environ et qui peuvent en outre être mycorhizées par des champignons (Genre *Boletus*, *Russula*, *Lactarius*) (Veillonn, 1998). Le chêne-liège présente une grande vigueur qui se traduit par un bon rejet de souche facilitant la reprise après coupe ou incendie (Cantat et Piazzetta, 2005).

-**Le bois:** Le bois du chêne liège est dur, lourd clair et légèrement rosé. Il sèche difficilement et se fend facilement. Une fois démasclé, il fournit un excellent bois de chauffage.

-**Tronc:** Le tronc est généralement court et se ramifie à une faible hauteur. A l'état isolé, il est couvert de grosses branches étalées tandis qu'en massif, il est plus droit et plus long. Il est recouvert d'une écorce épaisse et fortement crevassée longitudinalement. La circonférence du tronc à 1,30 m du sol est de 70 cm entre 30 et 40 ans selon les conditions de végétation (Yessad, 2000).

-**L'écorce (liège):** l'écorce est la caractéristique la plus singulière du chêne liège. L'écorce est essentiellement composée de liège (succession de cellules mortes et creuses) généré par l'assise subéro-phelloïdrique. Le liège est principalement constitué de subérine (47% et 27% de lignine) (Cantat et Piazzetta, 2005).

-**Les feuilles:** elles présentent un polymorphisme très marqué, d'un arbre à l'autre comme sur un même individu elles varient avec leur position sur le rameau et sur l'arbre et avec l'année. Les feuilles sont alternes, courtement pétiolées, ovales ou oblongues, coriaces, dentées épineuses (entières sur les vieux rameaux) à 10-14 nervures secondaires. L'elongation des rameaux se déroule sur plusieurs semaines, jusqu'à la fin Mai ou la mi-juin. Toutefois, au cours de fin d'été ou de début d'automne humides et chauds, de nouvelles pousses peuvent être observées (Fraval, 1991)

-**Les fleurs :** espèce monoïque. Les fleurs mâles sont regroupées en grappes « chatons » de 40 à 80mm de long au bout des pousses de l'année précédente. Les fleurs femelles souvent solitaires ou groupées par trois ; en chatons courts (5 à 40 mm de long) poussent isolément à la base des feuilles de la pousse de l'année. Le climat et l'exposition conditionnent la floraison qui commence dès l'âge de 12-15 ans et déroule entre la fin avril et la fin mai (Cantat et Piazzetta, 2005).

-**Les fruits (glands) :** le fruit ou le gland du chêne liège, appelé « *balot* ou *bulota* » caractéristique du genre *Quercus*, présente une forme et des dimensions très variables, de 2 à 4,5 cm de long sur 1,5 à 1,8 cm de diamètre, de forme généralement trapu et arrondi, lisse, brillant de couleur brune. La partie inférieure, tronquée, portant une cicatrice rugueuse et saillante. Le gland est enchâssé dans une cupule conique, grisâtre portée par un pédoncule assez court. Ils murissent généralement l'année même de floraison, tombe en octobre et novembre parfois jusqu'à janvier. Les glands sont amers et rarement consommées par l'homme sauf quelques exceptions individuelles ;

certaines variétés marocaines et quelques pieds au niveau de la forêt domaniale de Hafir (Boudy, 1950). En revanche c'est un aliment de choix pour le bétail et le sanglier (Bouraya, 1993).



Photo 01 : Critères de reconnaissances du chêne liège (*Quercus suber*) (Bessaid .F ,2018)

II-4 Ecologie du *Quercus suber* :

En vertu d'un large éventail de conditions écologiques au Maghreb, le chêne-liège couvre la plus grande superficie de bassin méditerranéen, après le Portugal (Varela, 2000). Température annuelle moyenne comprise entre 13°C et 16°C. En dessous de -5°C des lésions irréversibles apparaissent sur les feuilles. Il demande des précipitations moyennes annuelles supérieures à 600 mm (Les éventuelles carences hydriques sont compensées par l'humidité atmosphérique à laquelle il est très sensible). Pour avoir de bonnes conditions de végétation, l'arbre a besoin d'une exposition nord (nord-est ou nord-ouest) ou d'une exposition Est, mais en altitude, il s'accorde plutôt des expositions chaudes (sud) (Fraval, 1991).

Q.suber préfère les sols aérés, profonds, frais, riches en matière organique, acides et franchement siliceux (rocheux, organique, porphyriques, schisteux ou gréseux). Il fuit les calcaires actifs et les sols hydro morphes (Cantat et Piazzetta, 2005). C'est une espèce héliophile et xérophile. La présence naturelle du liège lui permet de résister aux incendies qui sont fréquents en région méditerranéenne.

Le chêne liège non exploité peut vivre de 250 à 300 ans. L'exploitation du liège réduit sa vie à 150-200ans. Cette espèce est assez commune dans le sud-ouest surtout sur le littoral et en région méditerranéenne.

III-Chêne vert (*Quercus ilex*) (Photo 2):

Quercus ilex est une espèce sempervirente de la famille des Fagacées. Il est considéré comme l'une des espèces les plus caractéristiques de la région méditerranéenne.



Photo 02: Critères de reconnaissances du chêne vert (*Quercus ilex*) (Bessaïd.F,2020)

III-1-Aire de répartition :

Q. ilex est une espèce typiquement méditerranéenne. Son aire de répartition naturelle est très large, elle s'étend de la Turquie jusqu'au sud de la Bretagne et comprend toute l'Afrique du Nord.

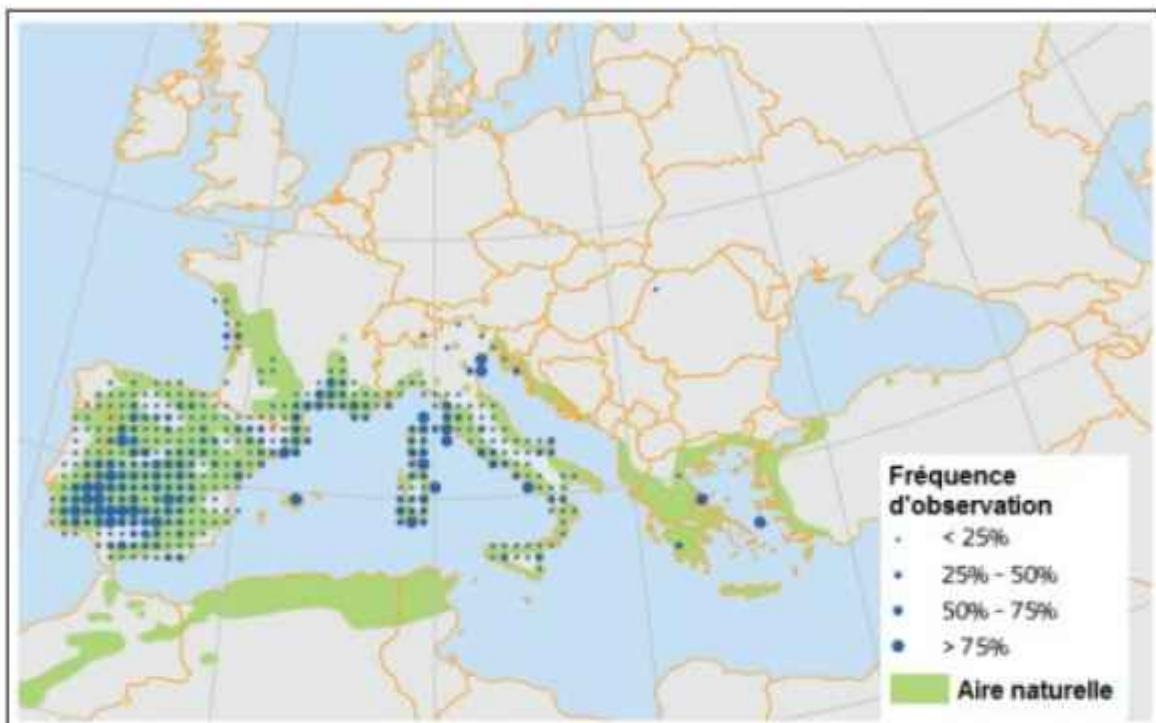


Figure 38 : Aire de répartition naturelle du chêne vert (*Quercus ilex*)

(Source: European Atlas of Forest Tree Species, 2016)

III-2-Systématique du *Quercus ilex* :

Règne : Végétal

- Embranchement : Trachéophytes
- Sous-Embranchement: Ptéropsidés
- Classe : Angiospermes
- Sous classe : Dicotylédones
- Ordre : Fagales
- Famille : Fagaceae
- Genre: *Quercus*
- Espèce: *ilex* L.

III-3-Caractéristiques botaniques :

-**Système racinaire** : L'arbre a un enracinement pivotant, profond, pouvant atteindre 10 m et des racines latérales, traçantes et drageonnantes.

-**Le bois** : solide et compact, très recherché en construction navale, ainsi en charpenterie, et produit un charbon de bonne qualité (Bellakhdar, 2008). Son écorce est finement fissurée, de couleur brun grisâtre et qui apparaît sous forme de petits carrés.

-**Les feuilles** : restent sur l'arbre pendant plus d'une année, parfois jusqu'à la troisième et même la quatrième année (Jaurand, 1997). Elles sont coriaces, concaves, ne se plient pas selon la nervure centrale. Leur forme et leur taille sont variables : elliptiques, lancéolées, arrondies, longues de 2 à 9 cm, large de 1 à 4 cm parfois plus ; Sur le même sujet, parfois sur la même branche, on peut trouver des feuilles, de forme et de dimension très différentes, selon qu'elles ont poussé à la base ou à l'extrémité du rameau. Elles sont à la face supérieure glabre et d'un vert foncé brillant, gris et pubescentes à la face inférieure. Leur bord peut être uni ou finement denté et ondulé. Elles portent de sept à douze paires de nervures.

-**Les fleurs** : le chêne vert fleurit d'avril à mai. Il porte des fleurs mâles en chatons jaunâtres de 2 à 3 cm de long tandis que les fleurs femelles sont plus discrètes, à l'aisselle des feuilles. Les fleurs femelles se transforment en fruits après fécondation (Floret *et al.*, 1992).

-**Les fruits** : sont des akènes appelés glands, de dimensions variant de 2 à 3 cm de long. Ils sont regroupés sur un pédoncule commun en nombre de 1 à 5. Les glands mûrissent en un an. Ils sont bruns striés et légèrement pointus au sommet. Ils sont coiffés à leur base arrondie d'une cupule hémisphérique à écailles rapprochées, courtes, de couleur grisâtre. D'après (Charef *et al.* 2008). La population locale consomme le fruit du *Q. ilex*, il est utilisé comme ressource alimentaire traditionnelle locale.

III-4-Ecologie du *Q. ilex* :

Contrairement au chêne liège, le chêne vert est une essence robuste et qui s'adapte à différents types de climats. Elle supporte autant les froids hivernaux que les grandes sécheresses estivales (Barbero *et al.*, 1992 ; Dahmani, 1997). Le chêne vert est le moins frileux des chênes méditerranéens à feuilles persistantes. C'est aussi une espèce très plastique qui se rencontre même sur des stations proches du Sahara où la pluviométrie est peu élevée (Barbero *et al.*, 1981). Du point de vue altitudinal, le chêne vert apparaît à partir de 400 mètres jusqu'à 1700 mètres d'altitude sur l'atlas tellien (Quézel, 1956). En revanche dans les Aurès, il se rencontre entre 1200 mètres et 1800 mètres d'altitude, et dans l'atlas saharien entre 1500 mètres et 2200 mètres (Barry *et al.*, 1976). Du point de vue édaphique, le chêne vert est indifférent à la composition chimique des sols. En Algérie, il se rencontre sur grès, calcaire, marno-calcaire, sur sols superficiels ou profonds. Mais il fuit les substrats mobiles et les sols hydro-morphes (Dahmani, 2002).

Partie II

Cadre Physique

Chapitre I

Synthèse du milieu

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

I-Présentation de la zone d'étude (Parc national de Tlemcen)

La zone d'étude se place dans le Parc national de Tlemcen (PNT) qui s'étend en écharpe sur la partie Nord des Monts de Tlemcen (wilaya de Tlemcen). Le P.N.T s'étend actuellement sur une superficie de 8225 ha, avec un périmètre de 82 Km ; en évoluant une altitude qui va de 670m (l'Ourit) à 1418m (Djebel Koudia).

Créer en Mai 1993, le P.N.T est le dernier parc à être créé dans le but de disposer d'un espace protégé dans l'extrême d'Algérie afin de préserver un patrimoine naturel et culturel important à l'instar des subéraies de Haffir et Zariffet constituées en majeure partie par des peuplements reliques , dans lesquels on retrouve la Zéenaie de Haffir évoluant dans un microclimat subhumide (Fig. 39).

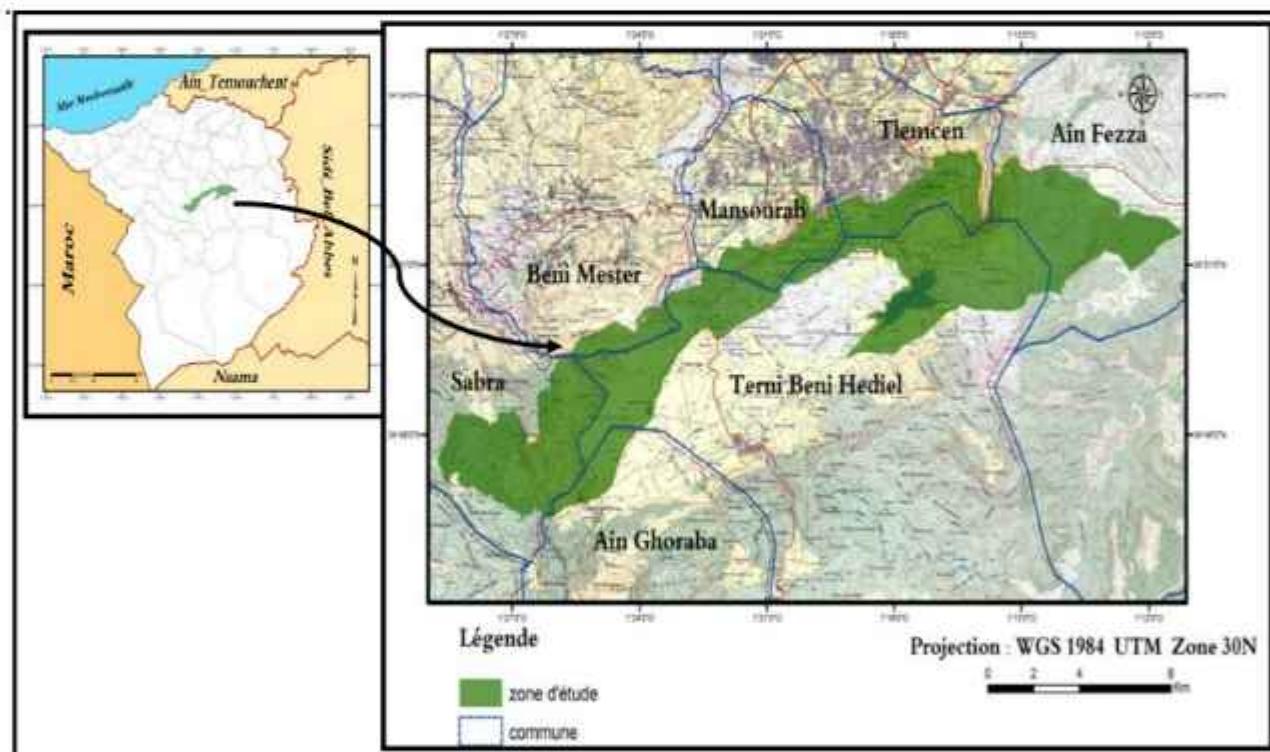


Figure 39 : Carte de situation géographique du Parc national de Tlemcen (source Benaissa.H, 2020)

Le P.N.T inclus de nombreuses essences forestières à caractères socio-économique et écologique d'une grande importance. On retrouve les genres *Quercus* avec principalement *Quercus suber*, connu pour son liège, *Quercus ilex*, *Quercus faginea*. On dénote aussi la présence d'une richesse floristico-faunistique très intéressante. Néanmoins cette richesse est exposée à une des

délits entraînant souvent une perte des ressources naturelles de cet ensemble géomorphologique de cette partie ouest algérienne. De ces délits on retient le surpâturage, les coupes illicites et les feux. Le P.N.T englobe de nombreuses formations forestières végétales à l'image de la forêt de Hafir, Zariffet, Ifri,...etc. (Tableau 10).

Tableau 10 : Principales forêts domaniales du parc national de Tlemcen

N°	Nom de la forêt	Superficie en Ha
01	F.D Zariffet	931
02	F.D Tlemcen	271
03	F.D Hafir	1653
04	F.D Ifri	100
Total	04	2956

La forêt domaniale de Hafir composée essentiellement de *Quercus suber* est classé en premier rang vis-à-vis la superficie forestière avec 1653 Ha, en second ordre celle de Zariffet avec 931 Ha.

II-Description de la station d'étude (Forêt domaniale de Zariffet)

Une partie du P.N.T en l'occurrence la Forêt de Zariffet) a pris feu en 2016. Cette dernière a pour coordonnées géographiques 1° 38'13'' de longitude Ouest et 34°83'55'' de latitude nord) et à 1116 m d'altitude ; dévorant des dizaines d'hectares, changeant la physionomie du paysage (Fig. 5). A ce phénomène désastreux suit une réponse végétale qui entraînera une succession basée sur la nature des taxons incendiés, le sol, la topographie, la violence du feu et le climat.

La forêt naturelle de Zariffet se situe à 5 km du Sud-ouest de la ville de Tlemcen. Elle occupe une superficie de 926 Ha, divisée en 4 cantons (Boudy, 1952). C'est une subéraie de montagne se développant sur un relief très accidenté dont l'altitude oscille entre 1000 et 1217m. Sur le plan administratif le massif forestier de Zariffet est limité au Nord par la commune de Mansourah, au Sud par les crêtes de Béni Bahdel, à l'Est par Terny et à l'Ouest par les communes de Zelboun et Béni Mester. Elle relève de la circonscription forestière de Tlemcen.

La subéraie est constituée principalement de *Q. suber* accompagné de *Quercus*, *Ilex*, *Chamaerops humilis*, *Ampelodesma mauritanica*, *Daphne gnidium*, *Cistus albidus*, *Cistus monspeliensis*, *Erica arborea* et *Phillyrea angustifolia*.

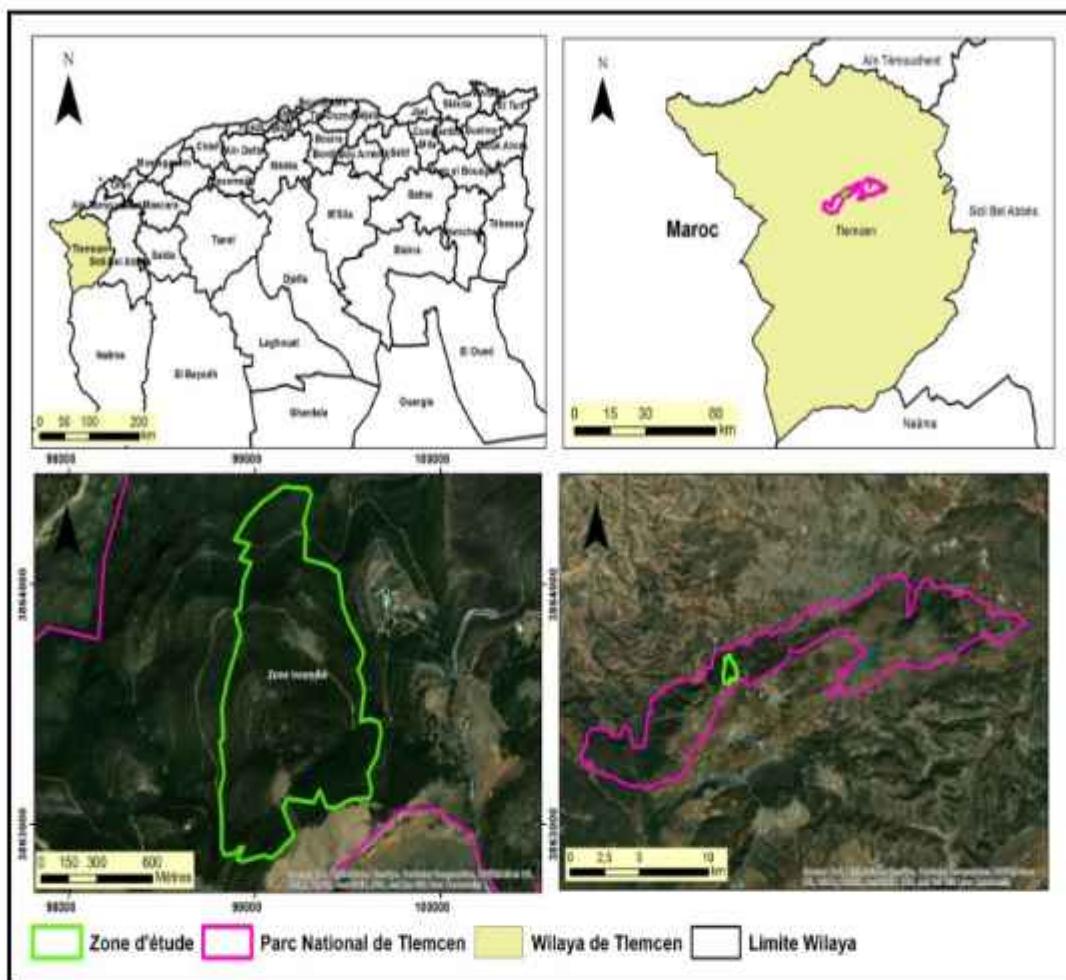


Figure 40 : Localisation de la station d'étude (Source : Forêt domaniale Zariffet, Bessaïd, F 2017)

III-Caractéristiques générales de la zone d'étude:

III-1-Caractéristiques Géologiques :

La forêt croît sur des terrains essentiellement sédimentaires. Elle repose sur deux grands massifs géologiques caractérisent le territoire classé. Des terrains jurassiques formant toute la zone montagneuse et des terrains tertiaires et quaternaires occupant les plaines et les vallées. Ces formations géologiques sont dominées par les dolomies et les calcaires dolomitiques. Elles sont caractérisées par la nature karstique des roches d'où le nombre important de grottes et de cavités creusées dans la roche mère. Ces roches karstifiées constituent un véritable réservoir d'eau.

Sur le plan lithologique, nous présenterons d'une façon très succincte les différentes formations géologiques (les données ont été empruntées essentiellement de l'étude du milieu du P.N.T, 1999). Les Monts de Tlemcen sont constitués par des terrains mésozoïques et cénozoïques (Fig.41).

Figure 41 : Carte géologique du Parc national de Tlemcen (Source P.N.T)

III-2-Caractéristiques Pédologiques :

Le sol est l'élément principal de l'environnement et règle la répartition de la végétation, il se développe en fonction de la nature de la roche mère, la topographie et les caractéristiques du climat. En prenant en compte les nombreuses études faites sur le territoire du Parc national de Tlemcen, une étude pédologique exhaustive dans ce périmètre s'avère nécessaire. Le but cherché est de dégager un certain nombre de paramètres pédologiques susceptible d'expliquer l'écologie de la végétation.

Aussi il faut noter que les sols restent presque toujours dans les conditions climatiques méditerranéennes, sous la dépendance de la roche mère qui leur a donné naissance en raison de leur impuissance à modifier radicalement le substratum géologique Nahal (1962) in Quézel et Barbero (1985). A ce sujet en 1968, Duchaufour précise que « sur roche mère les sols de climat chaud sont plus riches en fer que les sols tempérés ».

Plusieurs études concernant les sols d'Algérie ont été réalisés par des pédologues algériens et étrangers, seulement ces études restent pour la plupart éparses, représentant une zone ou un type de sol seulement.

Les seules études synthétiques de toute l'Algérie ont été faites par Delvillar (1947) où il a traité le côté systématique et typologique des sols de l'Afrique du Nord.

Le second œuvre pédologique de toute l'Algérie a été faite par Durand en 1959, il a aussi tenté une classification des sols d'Algérie et dans le circum méditerranéen en général. Selon Duchauffour (1977), la région méditerranéenne est caractérisée par des sols fersiallitiques.

D'après l'esquisse pédologique donnée par Gaouar (1997), les types de sols rencontrés dans le territoire du PNT sont les suivants :

a- Sol fersiallitique rouge

C'est un sol lourd très pauvre en réserves d'eau, riche en bases notamment en Ca++ Mg++ K+, existants sous une végétation climatique (de Pin d'Alep et chêne vert) avec un sous-bois assez dense. Ce type de sol se rencontre à Zarifet, Ain Fezza, Meffrouche. On y distingue le type lessivé et le type non lessivé avec une variante pseudogley.

b- Sol brun fersiallitique :

Prend naissance sur roche mère calcaire sous l'influence d'un climat froid à saison sèche moins marquée. Ce sol a les mêmes caractéristiques d'ensemble que le précédent, mais plus humide et plus poreux, il se trouve au niveau de Zarifet et Hafir.

c- Sol fersiallitique brun type terra-fusca :

Il s'agit d'un matériau ancien (paléosol), de couleur brun foncé et composé d'argile et de décarbonatation plus ou moins lourd, riche en Mg+++ et Ca+++ se serait formé sous l'influence d'un climat plus humide et moins chaud, se rencontre au côté Sud et Est du barrage Meffrouche.

d- Sol brun calcaire sur travertin :

C'est un sol apparenté aux sols brunifiés par sa morphologie, la différence fondamentale réside dans la présence de carbonate de calcium actif dans tout le profil, la rubéfaction n'est pas complète dans ce type de sol, faible teneur en Mg++, ce type de sol est localisé au niveau de la forêt d'Ifri (El Ourit).

e- Sol brun calcaire en alternance avec des travertins en place :

Mêmes caractéristiques que le précédent seulement il est moins profond, ainsi les travertins apparaissent de temps à autre. Se localise dans la forêt d'Ifri.

f- Sol fersiallitique rouge à caractère vertique :

C'est un sol qui pendant une certaine période surtout des années sèches, présente dans les 50 premiers cm de l'horizon B des fentes larges de 1 cm ou plus. Il est plus lourd (riche en argiles gonflantes) que le sol fersiallitique rouge et possède une très bonne teneur en eau. C'est un sol difficile à mettre en culture, il prend naissance sur des roches mères calcaires (Karst). Se trouvant à Mansourah, plateau de Lalla Setti.

g- Sol fersiallitique rouge et mosaïque dolomie / sol

La mosaïque reflète le déséquilibre dans les sols qui sont le plus souvent peu profonds et affleure de temps à autre la roche dolomitique, et par conséquent un tapis végétal très hétérogène.

Figure 42 : Carte des types pédologiques dans Parc national de Tlemcen (Source P.N.T)

III-3- Caractéristiques du relief :

L'altitude varie de 800 à 1418 m imprimant un relief accidenté toutes les expositions. Il existe plusieurs classes de pentes dont les dominantes oscillent entre 12 et 50% et couvrant plus de la moitié de la superficie. Les pentes faibles (<3%) et abruptes (>50%) sont par contre moins fréquentes (Bouhraoua, 2003).

Le P.N.T comprend de l'Est en Ouest les massifs montagneux qui varient entre 1122m et 1480 m. Globalement les monts de Tlemcen sont formés de reliefs accidentés, à une série de massifs montagneux dont le profil de ces monts présente des lignes de crêtes aiguës, parfois plus atténuerées et arrondies entrecoupées par des vallées et des plateaux (Lalla Setti, El Meffrouche, Ain Fezza).

Tableau 11 : Distribution des pentes du Parc national de Tlemcen (Source P.N.T)

Classe de pente	Superficie (Ha)	% de la superficie totale	Catégorie
0 – 3%	781,40	9,50%	Nulle à faible
3 -12,5%	2433,65	29,59%	Faible
12,5 – 25%	3103,53	37,73%	Moyenne
25 -50%	1545,98	18,80%	Assez forte à forte
+50%	212,48	2,58%	Très forte

Chapitre II

Synthèse bioclimatique

Chapitre II: synthèse Bioclimatique

Introduction

Le climat est un élément très important du milieu naturel, il agit directement comme facteur écologique.

Le climat est l'ensemble des phénomènes météorologiques (température, pression atmosphérique, vents, précipitations) qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère et son évolution en un lieu donné. C'est un élément essentiel dans l'étude des différentes régions du monde. C'est le facteur qui se place en amont de toute étude relative du fonctionnement des écosystèmes écologiques Thinthoin (1948).

Dans son ensemble, le climat dépend du déplacement en latitude des grands centres d'action de l'atmosphère qui est liée au mécanisme cosmique des saisons. Ces centres amène l'été des masses d'air tropicale continentale du Sahara qui recouvrent la Méditerranée tout en rejetant plus au nord les perturbations du front polaire.

Le climat méditerranéen est un climat de transition entre la zone tempérée et la zone tropicale avec un été chaud et très sec, tempéré en bordure de mer seulement l'hiver est très frais et plus humide Estienne et Godard (1970), Emberger (1955).

Si nous retenons surtout les résultats obtenus par des biologistes ou des bioclimatologistes ayant travaillé dans notre région depuis longtemps, il s'agit surtout des classifications proposées, d'une part, par Emberger (1955) et, d'autre part, par Bagnouls et Gaussen (1957). Divers autres auteurs ont, par la suite, apporté à ces travaux diverses précisions: Walter et Lieth (1960), Sauvage (1963), Daget (1977), Le Houérou (1971), Quézel et Barbero (1982), Michalet (1991) en particulier. Tous ces travaux, dont les résultats peuvent d'ailleurs être mis en parallèle sans trop de mal, caractérisent les divers types bioclimatiques méditerranéens essentiellement en fonction des précipitations, des températures et de la période de sécheresse estivale. (Quézel et Médail, 2003)

D'autres travaux ont été fait par les scientifiques qui s'intéressaient au climat méditerranéen et cet intérêt a donné naissance à plusieurs travaux; dont les plus intéressants:

Gaussin (1954), Walter *et al.*, (1960), Mooney *et al.*, (1973), Daget (1980), Benabadj (1995), Bouazza (1991,1995), Benabadj et Bouazza (2000,2001).

Ils définissent tous le climat méditerranéen, qui est caractérisé par un été sec et un hiver doux.

Tous ces travaux, dont les résultats peuvent d'ailleurs être mis en parallèle, caractérisent les divers types bioclimatiques méditerranéens essentiellement en fonction des précipitations, des températures et de la période de sécheresse estivale (Quézel et Médail, 2003).

Alors le climat méditerranéen, est essentiellement caractérisé par le synchronisme de la

période sèche et de la période chaude (Daget, 1977).

Actuellement ce climat tend vers une aridité de plus en plus accentuée, il se caractérise non seulement par son régime pluviométrique mais aussi par les fortes températures estivales entraînant une intense évapotranspiration.

La carte bioclimatique de Tlemcen établit par Gaouar et Bouabdallah (1980) et Bouabdallah (1987) atteste que les monts de Tlemcen présentent l'une des plus importantes taches humides de la région nord occidentale de l'Algérie.

Dans le cadre de notre étude dans la région de Tlemcen, nous avons porté une attention toute particulière aux effets du climat (précipitations, températures) pouvant influencer l'évolution de cette végétation.

Le climat de la région de Tlemcen est du type méditerranéen et il est caractérisé par une sécheresse estivale marquée et une période hivernale pluvieuse. Alcaraz (1982 ; 1983); Djebaili (1984) ; Dahmani (1984), Aime (1991), Hadjadj Aouel (1995), Meziane (1997), , Hasnaoui (1998), Chiali (1999), Benabadi et Bouazza (2000) ; Ferouani (2001) et Bestaoui (2001).

I- Méthodologie

Dans le cadre de notre travail, l'étude de la Bioclimatologie est nécessaire car cette discipline atteste de l'influence des facteurs climatiques sur le développement des êtres vivants.

Le but de cette analyse bioclimatique c'est de mettre en relief une étroite comparaison entre l'ancienne et la nouvelle période de la région d'étude mais aussi de suivre l'évolution du climat de la région d'étude.

L'étude bioclimatique a été réalisée sur 03 stations de référence installées dans la région à savoir: Saf-saf, Hafir et Meffrouche, avec les périodes comprise entre (1984-2014), (1975-1996) et (1984-2014), (Tableau 11).

L'exploitation des données issues de calculs de certains indices climatiques peuvent nous aider à mieux caractériser la zone d'étude.

II- Les facteurs climatiques

II-1-Critères pluviométriques

II-1-1-Pluviosité

Les précipitations constituent l'un des facteurs majeurs qui détermine la répartition et la dynamique de la couverture végétale. L'examen des données dans les Tableaux 10,11 font ressortir les points suivants:

- l'irrégularité de la répartition des précipitations et des températures au niveau des trois stations. Cette fluctuation des précipitations selon les saisons est typique d'un climat méditerranéen.

- La période sèche s'étalant sur trois mois, à savoir Juin, Juillet et Août.
- La période la plus arrosée est très variable, elle correspond aux mois de Janvier, Février et Mars.

Nous pouvons constater aussi que le mois pluvieux est celui de Janvier et la période humide et comprise entre Novembre et Avril.

II-1-2- Régime Saisonnier Des Précipitations

Le régime saisonnier permet de dégager la période sèche et humide en additionnant les pluies par saison.

Le régime saisonnier **Crs** : Coefficient relatif saisonnier de Musset (1935).

$$\text{Crs} = \frac{\text{Ps}}{\text{Pa}} * 4$$

Le régime saisonnier est calculé comme suit : somme des pluies par saison et s'inscrit par ordre décroissant en désignant par la première lettre de chaque saison.

Dans notre cas nous avons retenu les mois suivant par saison :

Hiver : Janvier- Février -Mars

Printemps : Avril – Mai – Juin

Eté : Juillet-Aout- Septembre

Automne : Octobre- novembre –décembre

Sur la base des données obtenues, le P.N.T présente un seul type de régime de précipitations, pour l'ancienne et la nouvelle période de type HPAE (Tableau N12). C'est un type qui reflète un régime semi continental avec une abondance pluviale en hiver et au printemps.

Tableau 12 : Répartition Saisonnière des pluies (en mm)

Source (Benaissa.H, 2020)

Stations	Répartition Saisonnière des pluies (en mm)				Type
	H	P	E	A	
Hafir	203,64	155,66	25,38	99,3	HPAE
Saf-Saf	165,3	160,5	16,6	105,4	HPAE
Meffrouche	213,4	185,89	20,62	128,76	HPAE

Tableau 13: Moyennes Mensuelles des précipitations (en mm) et des Températures (en °C)

Source (Benaissa.H, 2020)

Stations	Moyennes Mensuelles des précipitations (en mm) et des Températures (en °C)												Précipitations annuelles	Température moyenne
	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec		
Saf-Saf (1984- 2014)	69,4	50,4	79,2	38,3	43	10,6	2,6	3,4	22,8	36,3	46,3	45,5	447,80	17,23
	9,7	11,25	12,95	14,38	18	22,3	25,66	26,5	22,95	18,02	14,61	10,5		
Hafir (1975-1996)	67	76	62,07	53,45	40,14	8,65	7,21	9,52	19,52	26,94	53,83	60,70	484,02	15,38
	8,28	8,79	10,66	12,69	16,08	20,19	24,95	24,44	20,3	16,83	11,72	9,68		
Meffrouche (1984-2014)	94,84	61,48	76,97	57,13	51,81	11,51	2,43	6,68	18,15	49,70	60,72	57,08	548,7	14,36
	6,70	8,20	10	10,70	14,80	20,00	24,40	24,30	19,60	14,50	11	8,02		

II-2-Critères thermiques

La température considéré comme un facteur constitutif après la pluviométrie et joue un rôle déterminant dans la vie végétale. Elles interviennent dans le déroulement de tous les processus la croissance, la reproduction, la survie et par conséquent la répartition géographique, générant les paysages les plus divers (Soltner, 1987).

D'après les données (Tableau 13), on remarque que le mois de Juillet et d'Août, sont les plus chaud et le mois de Janvier et Décembre, sont les plus frais. En effet, l'année est divisée en deux saisons. Une saison froide de Décembre à Avril, et une saison chaude de Mai à Octobre.

II-2-1-les températures moyennes mensuelles :

a- La température moyenne des maxima du mois le plus chaud « M »

Beaucoup de bioclimatologues préfèrent se servir de températures moyennes : moyenne des maxima du mois le plus chaud (M).

La température est influencée par l'altitude et l'exposition à la mer. La période chaude correspond à la saison estivale avec des pics importants pendant les mois de Juillet et d'Août.

Selon UNESCO (1963), un mois chaud est défini comme un mois où la température moyenne supérieure à 20°C. Il n'y a aucun risque de gel à de pareilles conditions. La période chaude est la suite successive des mois chauds.

Dans notre cas le mois le plus chaud est le mois de Juillet pour la station de Meffrouche et le mois d'Août pour les autres stations les maxima d'été sont assez élevés 31,76°C à Meffrouche, 32,35°C à Hafir, 33,73°C à Saf-saf et 33,73°C à Zénata quoiqu'il en soit, les faibles valeurs de « M » pour certaines stations sont probablement liées à l'altitude pour Meffrouche et Hafir.

❖ Juillet et Août coïncident avec le manque de précipitations.

Djebaili (1984) confirme que durant le mois de Juillet, la nébulosité atteint son minimum le plus net; l'insolation y est la plus longue et le sirocco atteint son maximum de chaleur. Ecologiquement ce mois reste le plus critique pour la végétation thérophytique.

b- Les températures moyennes des minima du mois le plus froid « m » :

A ce sujet Daget (1977) mentionne que plus "m" est bas, plus le degré et la durée de la période critique des gelées sont sévères.

Dans une classification des climats, Emberger (1930) utilise la moyenne des minima du mois le plus froid « m » qui exprime « le degré et la durée de la période critique des gelées ». De même Sauvage (1961) souligne l'importance de la valeur $m = -3^{\circ}\text{C}$ pour la végétation.

Certaines valeurs de « m » sont nécessaires pour le déclenchement du processus de la

vernalisations qui est très important pour la floraison des végétaux.

Aussi, Alcaraz (1969) considère la valeur $m = +1^{\circ}\text{C}$ comme facteur « seuil » dans la répartition du chêne vert, du pin d'Alep et du thuya.

Hadjadj Aouel (1995) entend par saison froide la période pendant laquelle les températures sont les plus basses et où les températures moyennes sont inférieures 0°C .

Seltzer (1946) a précisé lors de son étude sur l'ensemble des stations météorologique du pays que les minima augmentent de $0,6^{\circ}\text{C}$ tous les 100m, et diminuent avec l'altitude selon un gradient de $0,5^{\circ}\text{C}$ pour Baldy (1965).

Nos calculs permettent de déduire que le mois le plus froid est le mois de janvier pour toutes les stations, plus on remonte à l'intérieur des massifs montagneux on observe une diminution des minima avec l'altitude atteignant respectivement $0,82^{\circ}\text{C}$ à Meffrouche, $3,20^{\circ}\text{C}$ à Hafir, $5,48^{\circ}\text{C}$ à Zénata et $6,44^{\circ}\text{C}$ à Saf-saf.

III-Indice de Sécheresse estivale :

Cet indice est exprimé par le rapport de la pluviosité à la moyenne des maxima du mois le plus chaud « M » ($Is = P \text{ mm} / M$).

Is : indice de sécheresse estivale.

P : Total des moyennes des précipitations estivales, en mm

M : Moyenne des maxima thermique de la période estivale, en $^{\circ}\text{C}$

La valeur de l'indice de sécheresse ne doit pas excéder sept (7) pour le climat méditerranéen (EMBERGER, 1942). Cette valeur est limitée à cinq 5 pour DAGET en 1977.

Alcaraz (1969) montre, qu'en Oranie, certaines espèces végétales peuvent s'accorder avec la valeur d' $Is < 2$. BENABELLI (1983) précise que les valeurs de l'indice de xérité permettent de vérifier les régimes pluviométriques. Si Is est inférieur à 1, cela indique que la sécheresse dépasse la période estivale. La sécheresse est de plus en plus accentuée, d'où un climat sec, surtout en période estivale. L'indice de sécheresse pour les stations de Saf-Saf et Hafir sont respectivement de 0,49 et 0,78.

Tableau 14 : Indice de sécheresse des stations de référence.

Station	P	M°C	Indice de sécheresse
Saf-Saf	16,6	33,71	0,49
Hafir	25,38	32,35	0,78
Mefrouche	20,62	30,05	0,67

La valeur de l'indice de sécheresse (Tableau 13), permet de confirmer les régimes pluviométriques. Cet indice, qui caractérise les stations de Saf-saf, Hafir et Meffrouche, reste faible; il est inférieur à 1. Un minimum de 0,49 est enregistré au niveau de la station de Saf-Saf et un maximum de 0,78 pour Hafir.

Ceci peut confirmer les fortes chaleurs de la saison sèche et la rareté des pluies estivales et c'est là une des caractéristiques du climat méditerranéen.

IV-Synthèse bioclimatique :

Pour mieux caractériser le climat d'une région, une synthèse bioclimatique doit être établie (Le Houerou, 1975).

Elle consiste à calculer certains indices climatiques d'une part et d'autre part, réaliser le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen et le Climagramme pluviométrique d'Emberger.

IV-1-Les diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gaussons :

Pour visualiser ces diagrammes ; Bagnouls et Gaussen (1953), proposent en utilisant une double échelle en ordonnée à gauche des précipitations et à droite les températures de sorte que l'échelle des températures soit double des précipitations ($1^{\circ}\text{C}=2\text{mm}$). On se référant à ces diagrammes ombrothermiques, en considérant le mois sec lorsque $P \leq 2T$ (Bagnouls et Gaussen , 1953).

Comme la montre les figure 48,49 et 50, les trois stations sont caractérisées par une sécheresse estivale qui s'étend de 4 à 5 mois. Cette sécheresse estivale particulièrement importante peut aussi perturber les phénomènes de régénération en bioclimat aride et semi-aride et provoque des modifications notable dans la répartition de certaines espèces (Quezel, 2000).

Les trois diagrammes ombrothermiques se caractérisent par une assez longue période de sécheresse.

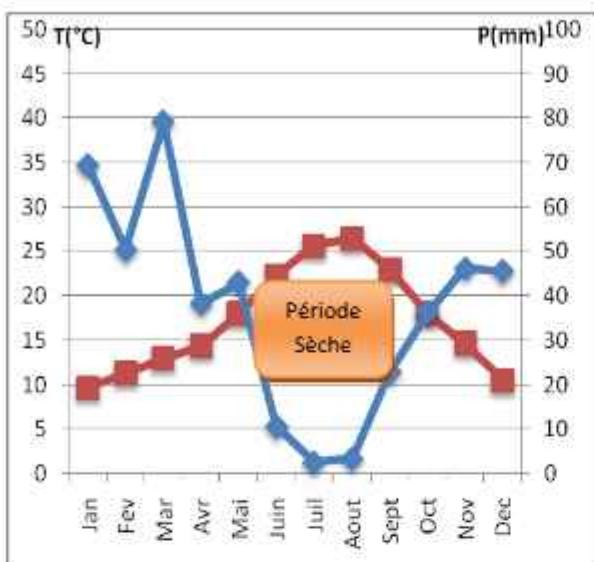


Figure 43 : Diagramme ombrothermique de la station de Saf-Saf.

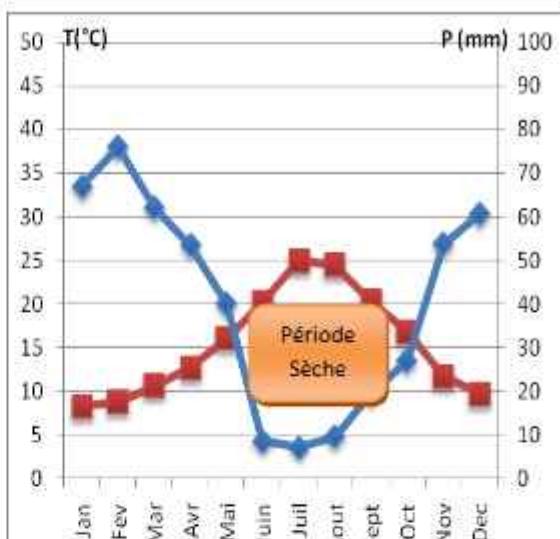


Figure 44 : Diagramme ombrothermique de la station de Hafir.

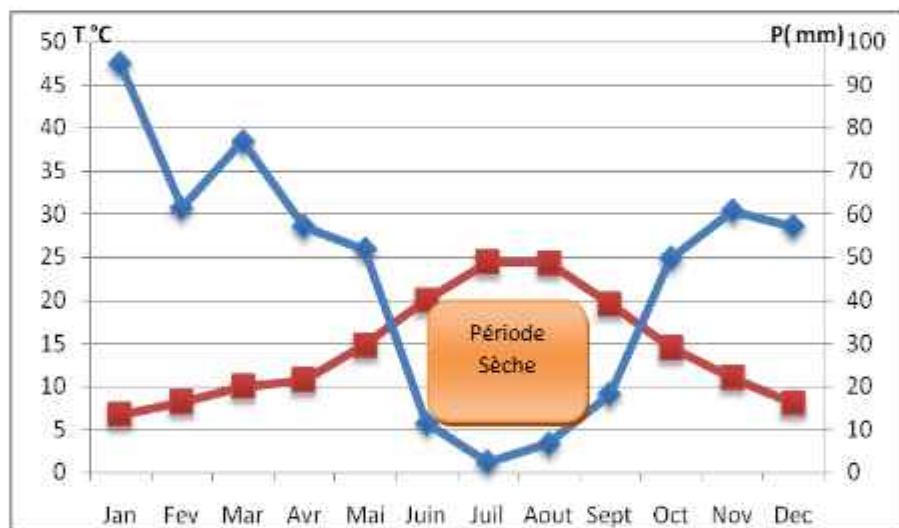


Figure 45 : Diagramme ombrothermique de la station de Meffrouche.

IV-2-Le quotient pluviothermique d'Emberger Q₂

Emberger en 1952, a établi un quotient pluviométrique qui est le Q_2 spécifique du climat méditerranéen. Il est plus fréquemment utilisé en Afrique du nord et en France méditerranée. Le diagramme correspondant permet de déterminer la position de chaque station météorologique.

La formule adoptée pour le calcul du quotient Pluviothermique des stations de notre zone étude :

$$Q_2 = \frac{1000 P}{\frac{M+m}{2}(M-m)} \quad ou \quad Q_2 = \frac{2000 P}{(M^2 - m^2)}$$

Tableau 15: Etage bioclimatique des stations de référence

Stations	m	M	Q2	Etages bioclimatiques
Saf-saf	5,5	33,71	49,56	Semi-aride moyen à hiver tempéré
Hafir	3,2	32,35	57,1	Semi-aride supérieur à hiver tempéré
Meffrouche	2,3	30,5	62,18	Subhumide inférieur à hiver frais

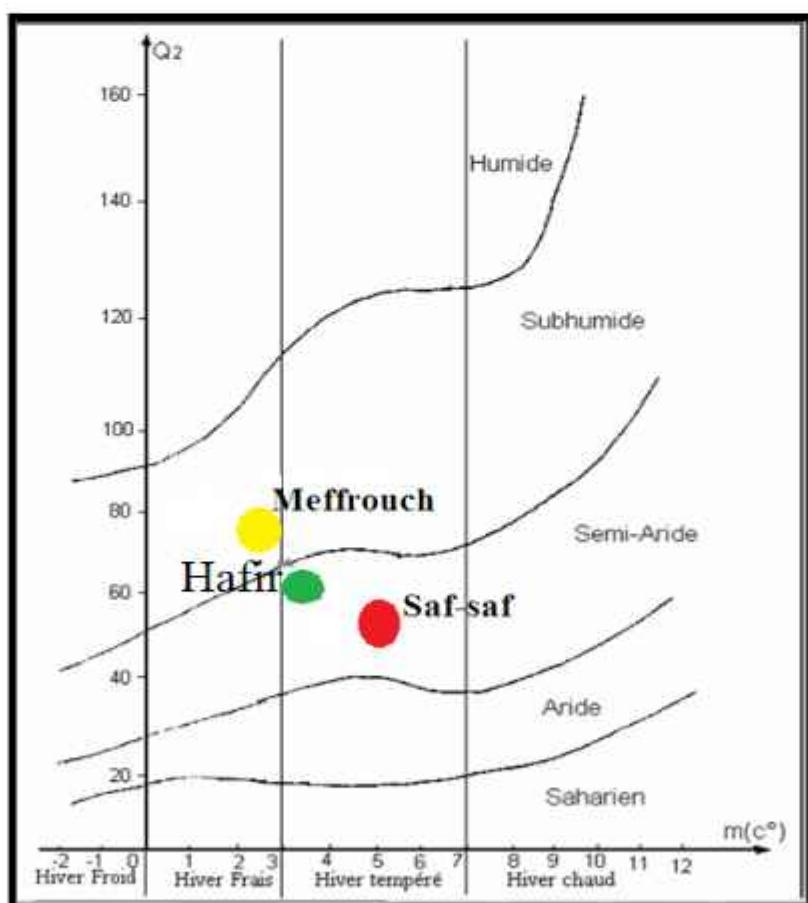


Figure 46: Quotient Pluviothermique d'Emberger (Q2) des trois stations de référence.

Le tableau 15 et la figure 46, présentent le quotient pluviothermique calculé pour chaque station climatique et l'étage bioclimatique qui lui correspond, déduit à partir du climagramme

d'Emberger. Il en ressort les résultats suivants: la station de Saf-saf se trouvent actuellement dans l'étage semi-aride moyen, Hafir se trouve dans même étage mais supérieur à hiver tempéré et la station de Meffrouche se positionne dans l'étage subhumide inférieur à hiver frais.

Conclusion

L'analyse bioclimatique permet de dégager les points suivants :

Sur l'ensemble des stations, les températures et les précipitations divisent l'année en deux saisons distinctes ; une saison sèche peut aller jusqu'à plus de cinq (05) mois pour les différentes stations.

Les données et le calcul des différents indices climatiques de sécheresse, d'aridité et le quotient pluiothermique d'Emberger ont permis de dégager un diagnostic net et par conséquent une caractérisation du climat de la zone d'étude.

Les différents calculs et projections sur le climagramme d'Emberger montrent que les différentes stations retenues dans cet étude se situent dans le subhumide inférieure à hiver froid (Méffrouch) et soit le semi aride supérieur à hiver tempéré pour Hafir et le même étage (semi-aride) mais moyen à variante tempéré.

Chapitre III

Méthodologie de travail

Chapitre III : Méthodologie de Travail

I-Méthode d'échantillonnage :

Dagnelie (1970) définit l'échantillonnage comme étant l'ensemble des opérations qui ont pour objet de prélever dans une population, des individus devant constituer l'échantillon.

Plusieurs techniques d'échantillonnage ont été adoptées selon Long(1974).

-**L'échantillonnage subjectif** : Il permet un échantillonnage dit de prospection, ou préliminaire(Le type d'échantillonnage utiliser dans notre étude)

-**L'échantillonnage au hasard**: Il aboutit une théorie à élaborer des tests statistiques. En pratiques, les informations recueillis sont très incomplets.

-**L'échantillonnage systématique**: La répétition des échantillons nécessite un inventaire de tous les éléments de la population se présentent naturellement les un à la suite des autres, et aucun phénomène périodique n'affecte directement le caractère étudié.

-**L'échantillonnage stratifié**: C'est une technique qui consiste à subdiviser une population hétérogène en sous populations ou « strate.» plus homogènes, mutuellement et collectivement exhaustives.

Selon Ellenberg (1956), la station dépend de l'homogénéité du couvert végétal afin d'éviter les chevauchements.

II-Protocole expérimentale :

Le choix a été orienté vers les milieux où le passage de feu est marqué. Nous avons ciblé les endroits d'échantillonnage à l'aide des agents du P.N.T.

Pour suivre les étapes de la reconstitution de la végétation dans une zone brûlée, nous avons choisi la méthode directe , ou méthode « diachronique ».

Pour bien évaluer et expliquer la dynamique ou la régénération post-incendie au niveau de cette station d'étude, quatre (4) paramètres ont été pris en considération :

- Dégager le degré du feu.
- Choisir des stations
- Mesurer la régénération
- Temps (T1, T2, T3)

Il s'agit de suivre au cours du temps les modifications de la végétation sur des placettes permanentes installées après le passage du feu. Cette méthode, assez contraignante, permet de mettre en évidence des variations à la fois floristiques et structurales.

Le feu du 24/10/2016 a causé une perte de presque 80 ha soit près de 9% de la surface forestière. Pour mieux comprendre les réponses au traumatisme causé par ce dernier nous avons

procédé à un suivi post-incendie. Cette opération a duré trois années de suite (2017 [T1]-2018 [T2]-2019 [T3]).

Afin d'aboutir à nos attentes un protocole expérimental a été élaboré. Sur un transect de 500 m de long nous avons placé des jalons fixés et géo-référencés. Sur le tracé nous avons choisi aléatoirement cinq placettes de 100 m². A l'intérieur de chaque placette nous avons repéré les arbres sur lesquels le suivi doit être fait. 20 pieds pour chaque espèce (quatre individus par placette) ont été retenus et sur chaque pied 5 mesures ont été effectuées chaque année aux mois d'avril, mai et juin. Lors de notre suivi nous avons pris en considération l'élongation des brindilles et/ou des rejets de souches. Les différentes mensurations ont été traitées statistiquement en utilisant le mini-tab 16.

En phase finale un inventaire floristique a été établi au niveau des deux stations d'étude (Station post-incendie et station témoin) afin d'étudier la reconstitution végétale qui a suivi l'incendie pour un but final de dégager quel modèle de régénération suit cette végétation ?

Dans cette phase le relevé de végétation qui consiste essentiellement à la liste floristique est réalisé selon la méthode de transect tout en suivant un échantillonnage exhaustif afin d'avoir le maximum d'espèces sans déterminer l'aire minimal. Le nombre de relevés effectués dans chaque parcelle est proportionnel à la superficie détruite par le feu, et aux conditions écologiques stationnelles. La surface échantillonnée varie entre 100 et 150 m² suivant un transect bien déterminé (100 m). Chaque relevé floristique est accompagné d'un relevé des conditions stationnelles à savoir l'altitude, l'exposition et la pente.

Cette approche est basée sur la dynamique régénératrice des taxons en inventoriant les espèces dans les sites retenus d'une part et en utilisant les indices de fréquence (I.F).

L'échantillonnage a permis de réaliser 90 relevés phytosociologique dans les sites retenus dans cette étude. L'intérêt de cet échantillonnage de type subjectif (Guinochet, 1973) est de pouvoir choisir des relevés en fonction de critères d'homogénéité. Le premier critère d'homogénéité de la surface explorée correspond à une homogénéité géomorphologique représentée par la topographie et la nature du sol. Le second critère correspond à l'homogénéité de la végétation. Cette homogénéité est dépendante de l'échelle et donc de la surface retenue. La surface reconnue pour assurer une homogénéité visuelle et représenter le cortège floristique total de la formation végétale est de 100 m². Elle correspond à l'aire minimale des forêts de chêne liège et des maquis arborés de l'Algérie (Zeraïa 1982).

Nous avons réalisé 45 relevés floristiques dans le site témoin et 45 dans le site incendié durant la période du suivi. La campagne d'échantillonnage s'est déroulée au printemps des années 2017-2018 et 2019 (Mars à Juin), période où la plupart des espèces végétales trouvent leur optimum de développement (floraison-fructification), ce qui facilite la détermination des taxons. La

nomenclature adoptée suit celle de Quézel & Santa (1962-1963), Dobignard et Chatelain (2010) Le Floc'h, *et al.* (2010).

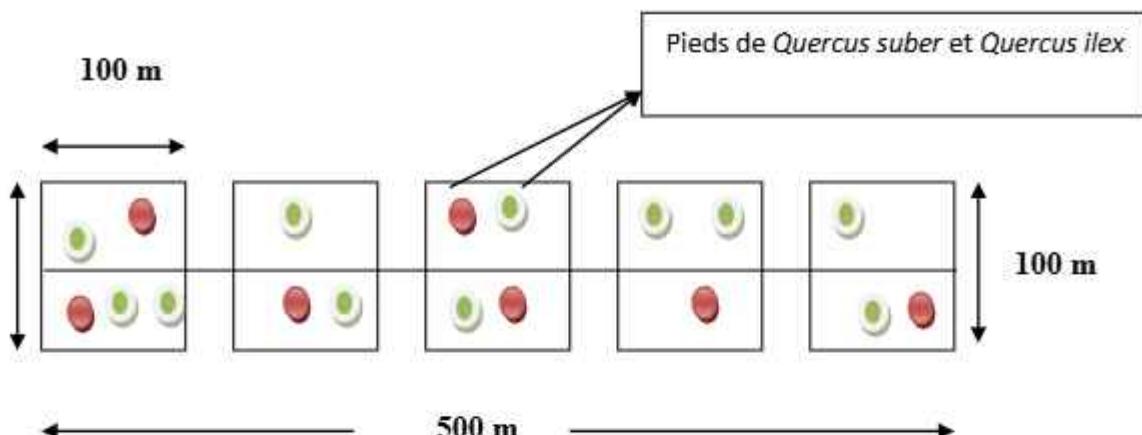


Figure 47 : Schéma du protocole expérimental utilisé dans la station d'étude

III-Choix de la zone d'étude :

La zone d'étude n'a pas été choisi par hasard ou aléatoirement, c'est seulement après l'incendie déclaré le 24-octobre-2016 au niveau du parc national de Tlemcen, plus précisément l'impact se situe dans la forêt domaniale de Zariffet composée essentiellement de chênaie et de subéraies et de quelques groupement de chêne zeen. La forêt domaniale de Zariffet est une forêt naturelle elle occupe l'Est du territoire du Parc National de Tlemcen sur une altitude de 1060m. Elle représente un taux de recouvrement de 75 à 80 % et couvre une superficie de 931 Ha. Ses coordonnées géographiques sont :

X= 123,3 à 129,8

Y = 177 à 180,5

Dans ce cadre nous avons retenu deux espèces les plus abondantes de la forêt de Zariffet, il s'agit du *Quercus suber* et *Quercus ilex*. Ces deux taxons dominent la formation forestière du parc national.

IV- Choix des stations :

IV-1-Station post-incendie :

La station post-incendie subdivisée en cinq(5) parcelles de 100 m² se trouve au niveau du versant ouest de la forêt de Zariffet portant les coordonnées géographiques :

N 34°50'12.8"

W 001°22'54.8"

Dans cette zone nous observons des signes récents d'incendie. Elle est caractérisée par deux (02) types de chênaies à base de chêne liège (*Quercus suber*), chêne vert (*Quercus ilex*). Sous un

étage bioclimatique semi-aride, la végétation s'étale de telle façon où on assiste à la prédominance de : *Erica arborea*(versant ensoleillé) composé de : *Quercus suber*, *Erica Arborea*, *Genista tricuspidata*, *Lavandula stoechas*, *Ampelodesma mauritanicum*, *Phillyrea angustifolia*, *Cistus salvifolius*, *Daphné gnidium*, *Arbutus unedo*, *Asphodelus microcarpus*, *Cytisus triflorus*.



Photo 03 : Station post-incendie, Forêt domaniale Zariffet (Bessaid.F, 2017)



Photo 04 : Forêt calcinée après incendie (P.N.T, 2016)

IV-2-Station témoin :

La station témoin subdivisée elle aussi en cinq(5) parcelles de 100m² se trouve au niveau du versant sud de la forêt de Zariffet portant les coordonnées géographiques : entre 34°50'05.1'' N et 001°22'33.3 W

Cette station n'a pas subi d'incendie durant plusieurs années, et de ce qui est de la composition floristique, elle composée de presque du même cortège floristique accompagnant le chêne vert et le chêne liège. Avec une dominance. Du groupement à chêne vert où il est rencontré en exposition sud avec des conditions édapho-climatiques spécifiques marquées, d'une part par un sol superficiel et un affleurement rocheux très apparent et d'autre part par une semi aridité de son bioclimat ; on note la présence des espèces suivantes : *Pistacia lentiscus*, *Juniperus oxycedrus*, *Olea europaea*, *Ceratonia siliqua*, *Chamaerops humilis* subsp. *argentea*.

La chênaie est localisée dans les cuvettes humides avec une strate arboressante de densité élevée avec la présence des espèces suivantes : *Ruscus aculeatus*, *Viburnum tinus*, *Asparagus acutifolius*, *Cytisus triflorus*, *Cistus salvifolius*.



Photo 05 : Station témoin, forêt domaniale Zariffet (Bessaïd F , 2018)

V-Mesure dendrométrique et choix des périodes :

Afin de mesurer la régénération post-incendie (longueur des brindilles) on a utilisé un centimètre, des jalons (des piquets en acier) ont été nécessaire, un « GPS » pour enregistrées les données géo-spatio-temporelles et enfin un appareil photo pour photographier et comparée les deux stations d'étude visuellement..



Photo 06 : Mesures de la régénération de la végétation post-incendie, Zariffet, (Bessaïd.F 2018)

Pour avoir des résultats fiables et précis la période choisi dans la mesure des rejets ou des brindilles. Est sans aucun doute la période phénologique (Avril - Mai- Juin), cette période correspond au Bourgeonnement et développement du feuillage chez les végétaux en général, ici dans notre cas, le *Quercus suber* et le *Quercus ilex*.

Il s'agit de suivre au cours du temps les modifications de la végétation sur des placettes permanentes installées après le passage du feu. Cette méthode, assez contraignante, permet de mettre en évidence des variations à la fois floristiques et structurales.

VI-Végétaux ciblés :

Dans ce cadre nous avons retenu deux espèces les plus abondantes de la forêt, il s'agit du *Q. suber* et *Q. ilex*. Ces deux taxons dominent la formation forestière du P.N.T.

Sur le plan exigence écologiques ces essences ont une tendance héliophile, thermophile, xérophile à méso xérophile (parfois mésophile), acidiphile à large amplitude trophique (Rameau et al., 1989) et rustique. Selon les mêmes auteurs le *Quercus ilex* présente un système racinaire pivotant, bien développé dès la première année, ce qui lui confère la capacité de prospérer dans des milieux inhospitaliers (arides, terrains rocheux, calcaires).

Dans le P.N.T les deux espèces sont bien venant dans leur biotope. Il faut noter que le liège du *Q. suber* est exploité à des fins commerciales.



Photo 07 : Incendie du 24-10-2016 (PNT)



Photo 08: Forêt de Zariffet vue du ciel ;(Bessaïd.F, 2018)

VII-Régénération floristique :

En phase finale un inventaire floristique a été établi au niveau des deux stations d'étude (Station post-incendie et station témoin) afin d'étudier la reconstitution végétale qui a suivi l'incendie pour un but final de dégager quel modèle de régénération suit cette végétation ?

Dans cette phase le relevé de végétation qui consiste essentiellement à la liste floristique est réalisé selon la méthode de transect tout en suivant un échantillonnage exhaustif afin d'avoir le maximum d'espèces sans déterminer l'aire minimal. Le nombre de relevés effectués dans chaque parcelle est proportionnel à la superficie détruite par le feu, et aux conditions écologiques

stationnelles. La surface échantillonnée varie entre 100 et 150 m² suivant un transect bien déterminé (100 m). Chaque relevé floristique est accompagné d'un relevé des conditions stationnelles à savoir l'altitude, l'exposition et la pente.

Dans ce contexte nous avons suivi le protocole usuel à savoir l'abondance dominance des espèces .ce travail ensuite à fait l'objet d'un traitement de fréquence selon Durietz.



Photo 09 : Paysage post-incendie au niveau de la station incendiée



a/*Linum membyanum*

b/*Silène sp*



c/*Scolymus grandiflorus*

d/*Chamaerops humilis*

e/ *Onopordon macrocanthus*f/ *Centaurea* sp.g/ *Convolvulus cantabrica*h/ *Pulicaria odorata*

Photo 10: Diversité floristique au niveau du site d'étude post-incendie

Chapitre I

Dynamique

Post-incendie des essences clés de la forêt de Zariffet

Chapitre I

Dynamique

Post-incendie des essences clés de la forêt de Zariffet

Chapitre I ; Dynamique post-incendie des essences clés de la forêt de Zariffet

Introduction

En se basant sur des indices visuels indirects tels que le degré de calcination de la végétation, aspect de la surface du sol brûlé et les résidus de végétation nous avons pu dégager le degré d'altération occasionnée par l'incendie. D'après les indices laissés sur le terrain où l'on constate un sol nettoyé et des arbres carbonisés d'un côté et en s'appuyant sur les travaux d'Amandier (2004) de l'autre côté nous avons déduit que le feu qui a ravagé la forêt de Zariffet est du troisième degré. En outre Amandier (2004) a montré le degré de sensibilité au feu des différentes parties du *Q. suber* (Figure 52). Dans ce travail il a été montré que les parties aériennes de cette espèce enregistre l'intensité du feu et les atteintes sont en fonction de l'âge de l'arbre et donc de l'épaisseur du liège.

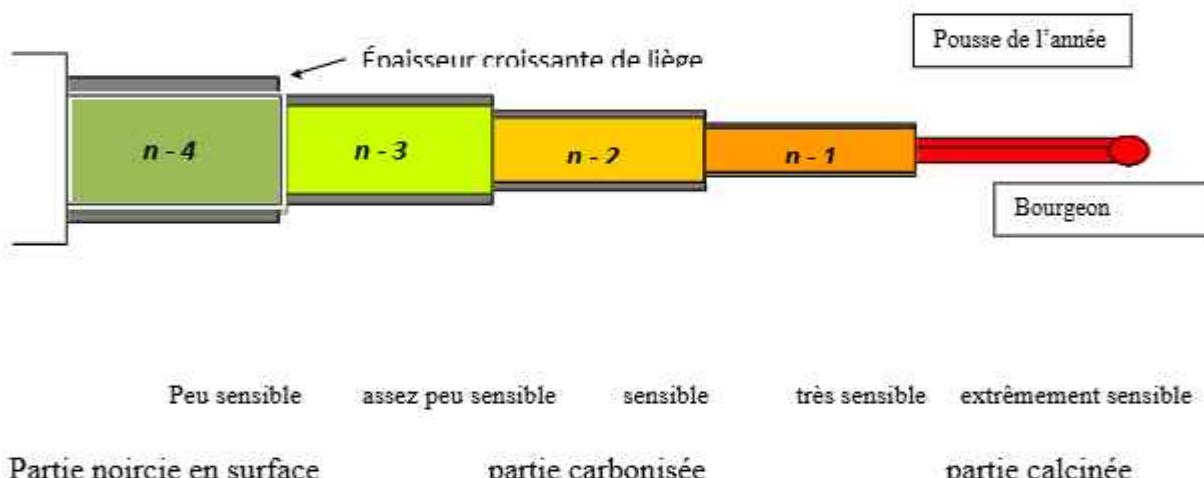


Figure 48 : Sensibilité à la brûlure des rameaux de *Quercus suber* Amandier ; 2004)

Dans notre situation, l'incendie a diminué la densité des peuplements en détruisant les plus petits arbres et en réduisant préférentiellement les moyens et les gros arbres d'un côté et en dévorant les chamaephytes et thérophytes de l'autre côté (Photo 1). Il faut noter que la charpente du *Q. suber* est constituée de : Très gros bois, gros bois, bois moyens, petits bois, les perches et les gaules et les répercussions sont différentes selon les parties affectées par le feu.



(Photo a) Reste de l'incendie du 24/10/2016 (Photo b) Intervention des gestionnaires desforêts

Photo 11 : Dégâts causés par l'incendie de la forêt de Zariffet (24-10-2016)

I-Régénération morpho-métrique du *Quercus suber* :

Dans les écosystèmes méditerranéens, les espèces présentes avant l'incendie se retrouvent immédiatement après, mais dans des proportions différentes: on parle d'auto succession (Hanes 1971). Le temps de régénération varie selon le type biologique et la nature de la plante et de la fréquence des feux. Les résultats obtenus ont fait l'objet d'un traitement statistique. La moyenne de ces mesures représente la longueur de la régénération de l'espèce à l'instant T1, T2 et T3 (Tableau 16). Notons qu'à chaque T1, T2 et T3 trois mesures espacées d'un mois ont été réalisées (fin avril, fin mai et fin juin).

Tableau 16 : Elongation de la régénération de *Quercus suber* et *Quercus ilex*

Année	Nature de l'espèce	avril	mai	juin	Moyenne
		Longueurs des brindilles et/ou rejet (en cm)			
T1- (2017)	<i>Quercus ilex</i>	9,1	14,7	22,67	22,67
	<i>Quercus Suber</i>	6,5	10,9	17,92	17,92
T2- (2018)	<i>Quercus ilex</i>	27,8	34,3	46,16	46,16
	<i>Quercus Suber</i>	20,3	25,7	36,5	36,5
T3- (2019)	<i>Quercus ilex</i>	51,1	68,5	95,9	95,19
	<i>Quercus Suber</i>	40,3	49,6	67,33	67,33

Sur le terrain nous avons constaté que le *Q. suber* présente des régénéérations par brindilles et par rejets de souches alors que le *Q. ilex* présente des rejets de souches uniquement. Les rejets de souches s'effectuent à la base du tronc de l'arbre brûlé.

L'analyse des élongations des deux espèces montrent que les réponses des deux taxons suivent un modèle de régénération directe ou bien auto succession. Néanmoins la partie aérienne du *Q. suber* est protégée par le liège d'où son adaptation aux feux.

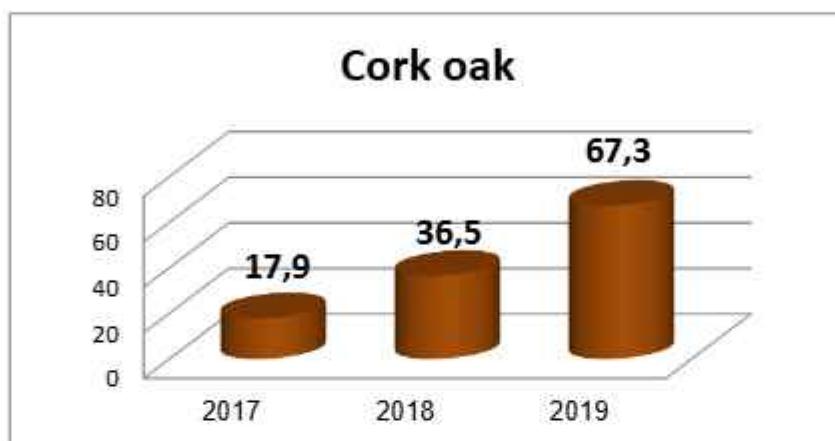


Figure 49 : Réponse fonctionnelle (cm) du *Quercus suber* (Cork oak)

Au temps T1 (soit 08 mois après le passage du feu) la régénération du *Q. suber* enregistre une moyenne de 17,92 cm avec un écart type $\pm 5,31$; en T2 (soit 20 mois après) une moyenne de 36,5cm a été enregistrée avec un écart type $\pm 10,35$ et en T3 (32mois après), la moyenne de la longueur de nouvelles brindilles est de 67,33cm avec un écart type de $\pm 13,41$ (Figure 49). La réponse est importante en T3 et la physionomie de la forêt retrouve peu à peu son état initial.

Il faut noter que le problème de la régénération du *Quercus suber* s'est posé aux forestiers chargés de la gestion dès le début du 20^{ème} siècle ; on avait alors pris conscience de la rareté et de la difficulté de la régénération naturelle et des résultats incertains des opérations de régénération par rejets de souches ou par semis artificiels (Marion, 1956).

II-Régénération morpho-métrique du *Quercus ilex*:

Quercus ilex est aussi très bien représenté dans notre zone d'étude d'un point de vue abondance dominance. On assiste à une reconstitution des pieds par rejet de souches et lesmesure obtenus après 32mois montrent la capacité du taxon à reconquérir le milieu. Les résultats sont comme suit : la moyenne est de 22,67 cm au T1 avec un écart type de $\pm 9,99$; de 46,16 cm au T2 avec un écart type de $\pm 20,10$ et de 95,19 cm avec un écart type de $\pm 38,77$ au T3 (Figure 54).

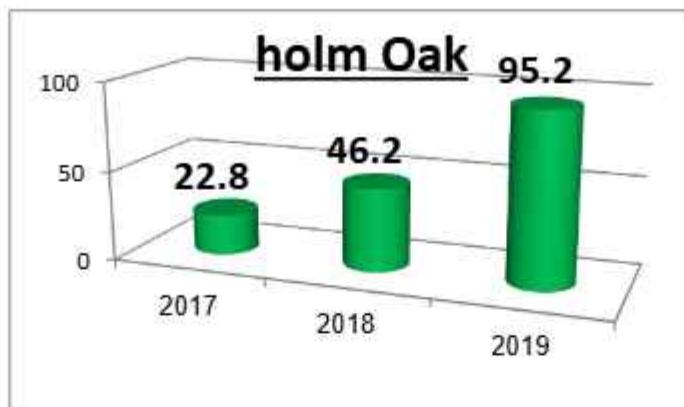


Figure 50 : Réponse fonctionnelle (cm) du *Quercus ilex*(Holm oak) sur une période de trois ans

III-Analyse comparative des réponses post-incendies :

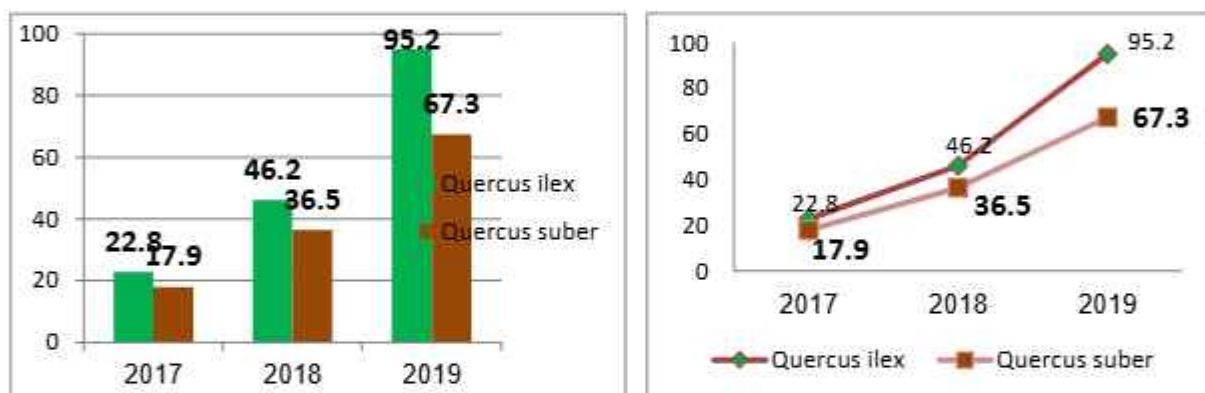


Figure 51: Moyenne de la réponse fonctionnelle des deux types de chênes

Les deux espèces de chêne résistent aux feux, ils présentent une grande stabilité au sens de Connell et Statyer (1977) ; ils sont caractérisés par une très ample élasticité associée à une forte persistance et bonne régénération.

Néanmoins nous constatons que la masse végétale produite après le feu est plus importante pour le chêne vert que le chêne liège. L'analyse numérique montre une différence nette entre les réponses ; elle est en faveur du chêne vert *Q. ilex*; en première année elle est de 20,96 %, de 23,1% en deuxième année et de 29,19 % en troisième année. Selon ces résultats la masse végétale produite après le feu est plus importante pour le chêne vert que pour le chêne liège (Figure 55). La compétition pour la reconquête de l'espace est en faveur de *Q. ilex*.

IV-Analyse inter-mensuelle des réponses des deux chênes :

Tableau 17: Elongation comparative des deux *Quercus* dans le temps

	Nature de l'espèce	2017	2018	2019
T2 mai – T1 avril	<i>Quercus ilex</i>	5,6	6,5	15,4
	<i>Quercus suber</i>	2,4	5,4	11,1
T3 juin-T2 avril	<i>Quercus ilex</i>	7,97	13,86	27,4
	<i>Quercus suber</i>	8,02	8,8	17,73

Globalement les élongations inter-mensuelles dans l'espace-temps (2017-2019) est plus appréciable pour le *Q. ilex* autrement dit on note une régénération plus rapide pour le *Q. ilex* que pour *Q. suber* (Tableau 17). Les premiers travaux sur les successions forestières remontent à Clements en 1963, cependant c'est Gleason (1917) qui a développé une théorie stochastique basée sur l'individu. Les études sur les successions ont contribué à fournir un faisceau de conceptions tantôt convergentes, dès fois divergentes voir même contradictoires selon Lepart et Escarre (1983).



Photo 12 : Régénération du *Quercus ilex* après 1 an

Photo 13 : Régénération du *Quercus suber* après 3 ans

Nous remarquons que la végétation a repris globalement et que les chamaephytes tendent à occupé le terrain. Cette reprise est plutôt timide en première année par contre en troisième année la végétation retrouve sa splendeur et sa vivacité (Photo 12 et 13).



Photo 14: Rejet de souche de *Quercus ilex* après 20 mois du passage du feu

Les résultats de cette étude semblent en accord avec le concept de la composition floristique initiale d'Egler (1954) et le modèle de la tolérance de Connell et Slatyer (1977).

La majorité des espèces herbacées et arbustives sont capables de se régénérer après feu de façon végétative ou envahir rapidement par graines le site perturbé (Carleton et Maycock. 1980; Alghren. 1960; Flinn et Pringle. 1983). On remarque qu'après une perturbation la recolonisation d'un site se fait rapidement, car la majorité des espèces présentes avant le feu se régénèrent. Nos résultats corroborent avec ceux de Hasnaoui (2008) et de Medjati *et al.* (2015) sur la régénération du *Chamaerops humilis* et des chamaephytes dans les matorrals la région de Tlemcen.

La fertilité des sols après un incendie joue un rôle prépondérant dans la dynamique des espèces végétales d'un écosystème et dans le processus de succession après incendie des écosystèmes soumis au feu vise une utilisation optimale des éléments nutritifs présents dans des sols ayant subi des modifications plus ou moins importantes, afin d'assurer, la résilience de l'ensemble du système, et non celle d'une communauté au dépend d'une autre (Ouadah *et al.*; 2016). En effet, le recouvrement de la végétation les premières années après l'incendie a un rôle écologique déterminant dans la mobilisation des éléments nutritifs et leur stockage dans la biomasse. Ce recouvrement dépend du succès de la régénération.

La variabilité observée au début de la succession entre les stations d'une même date de feu semble étroitement liée à la composition du site avant le feu et à des différences locales d'intensité de feu.

V-Analyse comparative annuelle :

V-1-Moyenne de la régénération du *Quercus suber* et *Quercus ilex* au cours de l'année 2017:

Tableau 18 : Moyenne d'elongation du *Quercus ilex*, *Quercus suber* en 2017

	Avril	Mai	Juin	2017
Chêne vert	9,1	14,7	22,7	
Chêne liège	6,5	10,9	17,9	



Figure 52 : Evolution de la Régénération post-incendie du *Quercus suber*, *Quercus ilex* durant l'année 2017

Les courbes obtenues après traitement statistique démontrent qu'en période T1 (2017) et en période phénologique le chêne vert répond mieux que le chêne liège avec une moyenne de 9,1cm jusqu'à 22,7cm et cela en trois mois seulement [Avril-Mai-Juin], tandis que la moyenne de régénération du chêne liège est de 6,5cm au début d'avril jusqu'à 17,9 cm au début de juin 2017 .

V-2-Moyenne de la régénération du *Quercus suber* et *Quercus ilex* au cours de l'année 2018 :

Tableau 19: Moyenne d'elongation du *Quercus ilex* , *Quercus suber* en 2018

	Avril	Mai	Juin	2018
Chêne vert	27,8	34,3	46,2	
Chêne liège	20,3	25,7	36,5	



Figure 53 : Evolution de la Régénération post-incendie du *Quercus suber*, *Quercus ilex* durant l'année 2018

Après une période T2 (2018) le chêne vert répond aussi bien qu'en 2017, les mesures étant réalisées en période phénologique [Avril-Mai-Juin] le *Quercus ilex* atteint une moyenne de 46,2cm en fin de juin 2018. Par contre le *Quercus suber* enregistre une moyenne de 36,5cm en juin 2018.

V-3-Moyenne de la régénération du *Quercus suber* et *Quercus ilex* au cours de l'année 2019 :

Tableau 20 : Moyenne d'élongation du *Quercus ilex*, *Quercus suber* en 2019

	Avril	Mai	Juin	2019
Chêne vert	51,1	68,5	95,2	
Chêne liège	40,3	49,6	67,3	

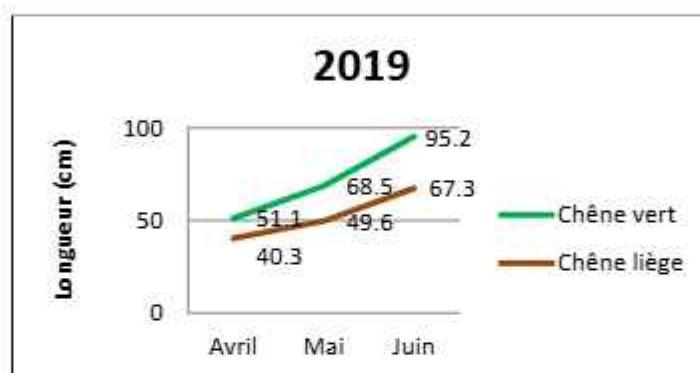


Figure 54: Evolution de la Régénération post-incendie du *Quercus suber*, *Quercus ilex* durant l'année 2019

En T3 (2019) la moyenne de croissance du *Quercus ilex* a doublé de valeur atteignant 95,2cm en juin 2019, même constatation pour le *Quercus suber* avec 67,3 cm au début du mois de juin 2019.

VI-Résultats obtenus après des analyses statistiques :

Tableau 21 : Moyenne de la régénération du *Quercus suber* au cours des trois ans d'étude

Année	2017	2018	2019
<i>Quercus suber</i>	17,9	36,5	67,3

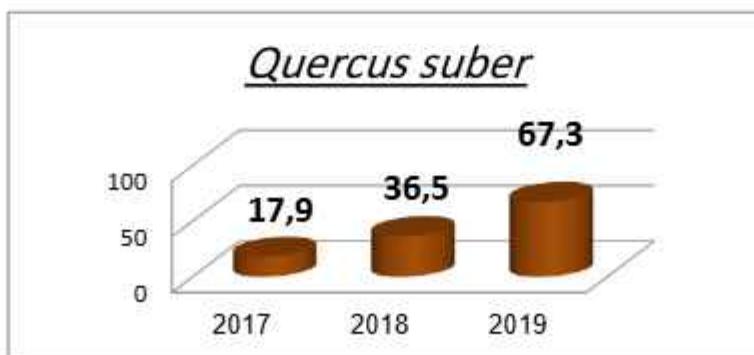
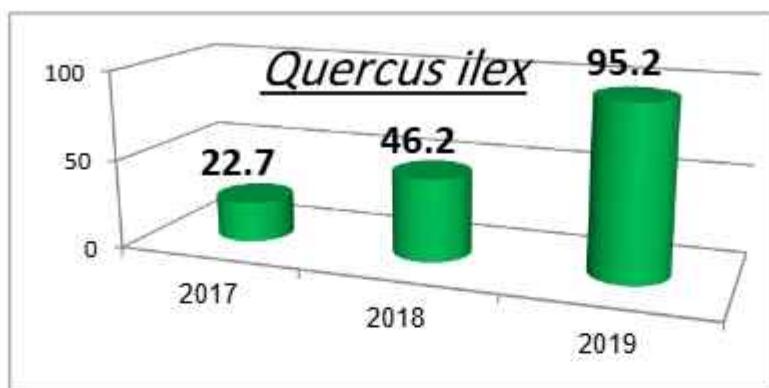
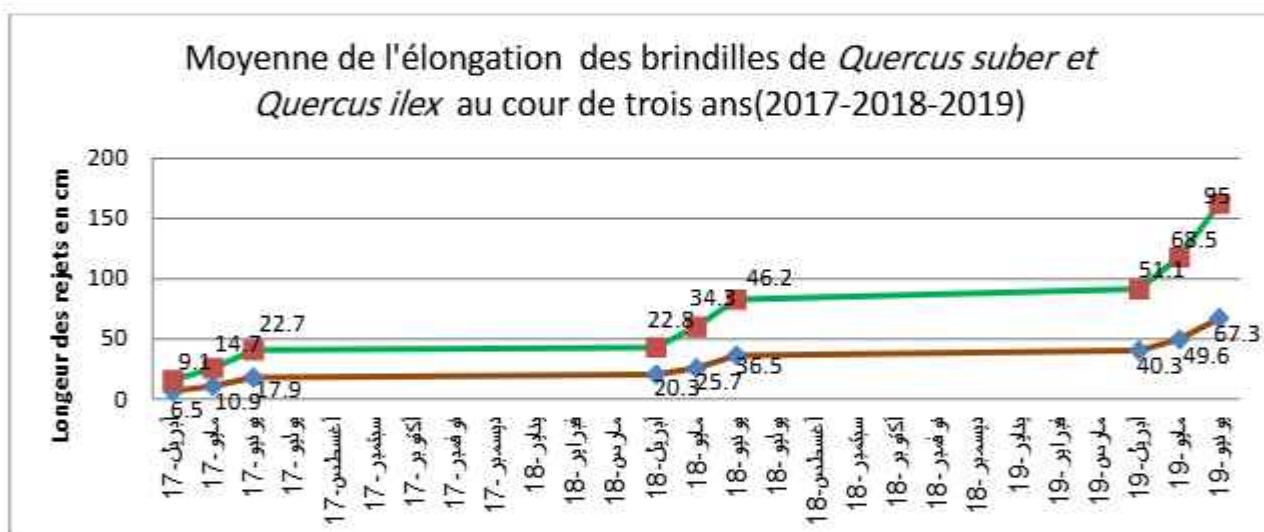


Figure 55 : Moyenne de la régénération du *Quercus suber* au cours des trois ans d'étude

Tableau 22 : Moyenne de la régénération du *Quercus ilex* au cours des trois ans d'étude

Année	2017	2018	2019
<i>Quercus ilex</i>	22,7	46,2	95,2

**Figure 56 :** Moyenne de la régénération du *Quercus ilex* au cours des trois ans d'étude**Figure 57:** Evolution de la moyenne de régénération au cours des années (2017-2018-2019)

L'évolution de la moyenne de l'elongation des brindilles de *Quercus suber* et de *Quercus ilex* au cour des trois années qui suivent l'incendie (2017-2017-2018), les courbes obtenues(figure n°62) après traitement statistique démontrent que les deux types de chênes suivent une évolution ou croissance progressive enregistrant une moyenne de croissance allant de 0 → cm95cm en trois ans seulement (T1,T2,T3) pour le chêne vert ,l'évolution du chêne liège est aussi progressive ,mais a une vitesse de régénération moindre par rapport a celle du chêne vert et cela avec 0cm → 67,3 cm.

Il faut noter que le tracé horizontale pour les deux Quercus représentent les mois de juin – mars de chaque année durant cette période le suivi et les mesures n'ont pas été prises. Nous avons

jugé que durant cette période l'activité régénératrice est faible ; et de ce fait nous n'avons pas accordé une grande importance.

VII-Les coefficients de corrélation entre les deux types de chêne (*Quercus suber* et *Quercus ilex*) :

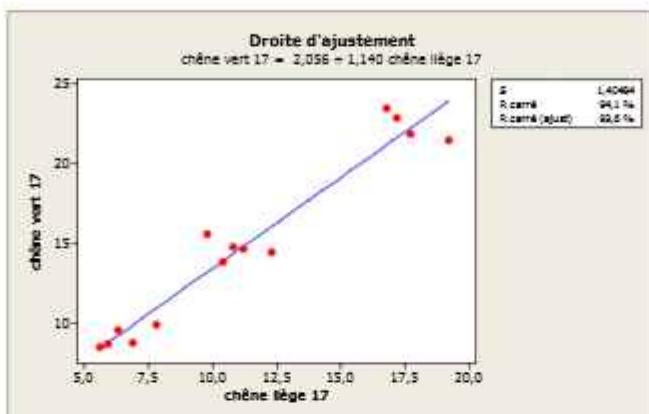


Figure 58 : Corrélation entre chêne vert et chêne liège en 2017

Corrélation de Pearson de chêne vert 17 et chêne liège 17 = 0,970

Valeur de p = 0,000

La corrélation entre le chêne vert et le chêne liège pour l'année 2017 semble linéaire positive avec un $R^2=0,94$.

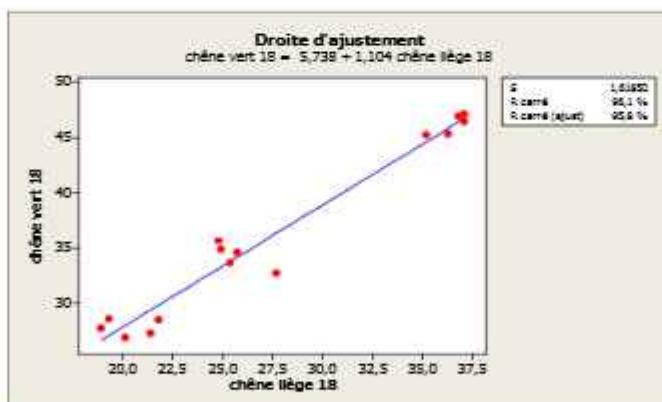


Figure 59 : Corrélation entre chêne vert et chêne liège en 2018

Corrélation de Pearson de chêne vert 18 et chêne liège 18 = 0,980

Valeur de p = 0,000

La corrélation entre le chêne vert et le chêne liège pour l'année 2018 semble suivre un modèle linéaire positive avec un $R^2=0,96$.

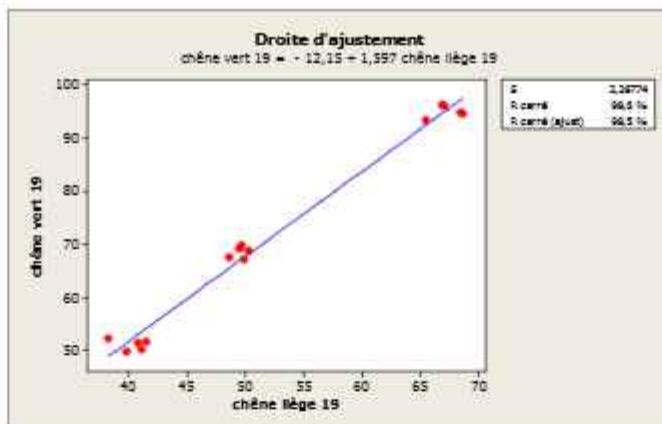


Figure 60 : Corrélation entre chêne vert et chêne liège en 2019

Corrélation de Pearson de chêne vert 19 et chêne liège 19 = 0,993
Valeur de p = 0,000

La corrélation entre le chêne vert et le chêne liège pour l'année 2019 semble linéaire positive avec un $R^2=0,98$.

VIII-Les coefficients de corrélation des deux types de chêne (*Quercus suber* et *Quercus ilex*) et le temps (T1, T2, T3) :

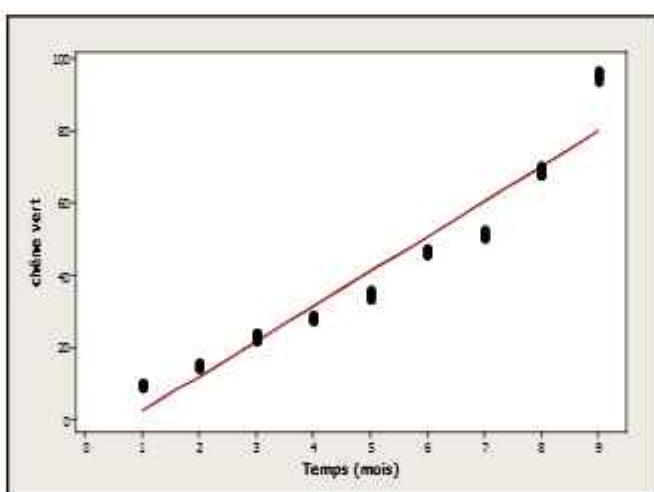


Figure 61 : Corrélation du chêne vert au cours des trois ans post-incendie

Corrélation de Pearson (r) 0,961

Valeur de p 0,0001

*La corrélation du chêne vert par rapport aux trois années (2017-2018-2019) qui ont succéder l'incendie démontre qu'il ya une corrélation linéaire positive avec un $r = 0,96$.

*Le seuil de significativité est $P=0,05$ ici la valeur de P-value=0,0001, inférieur à 0,05, donc la corrélation du chêne vert / temps est significative.

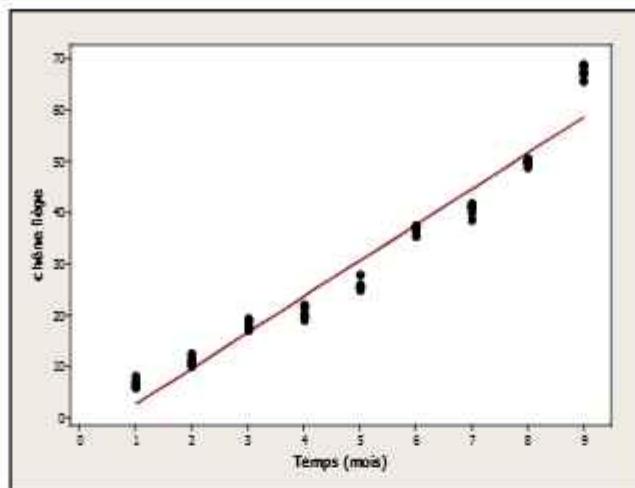


Figure 62 : Corrélation du chêne liège au cours des trois ans post-incendie

Corrélation de Pearson (r) 0,974

Valeur de p 0,0001

*La corrélation du chêne liège par rapport aux trois années (2017-2018-2019) qui ont succéder l'incendie démontre qu'il ya une corrélation linéaire positive avec un $r = 0,97$.

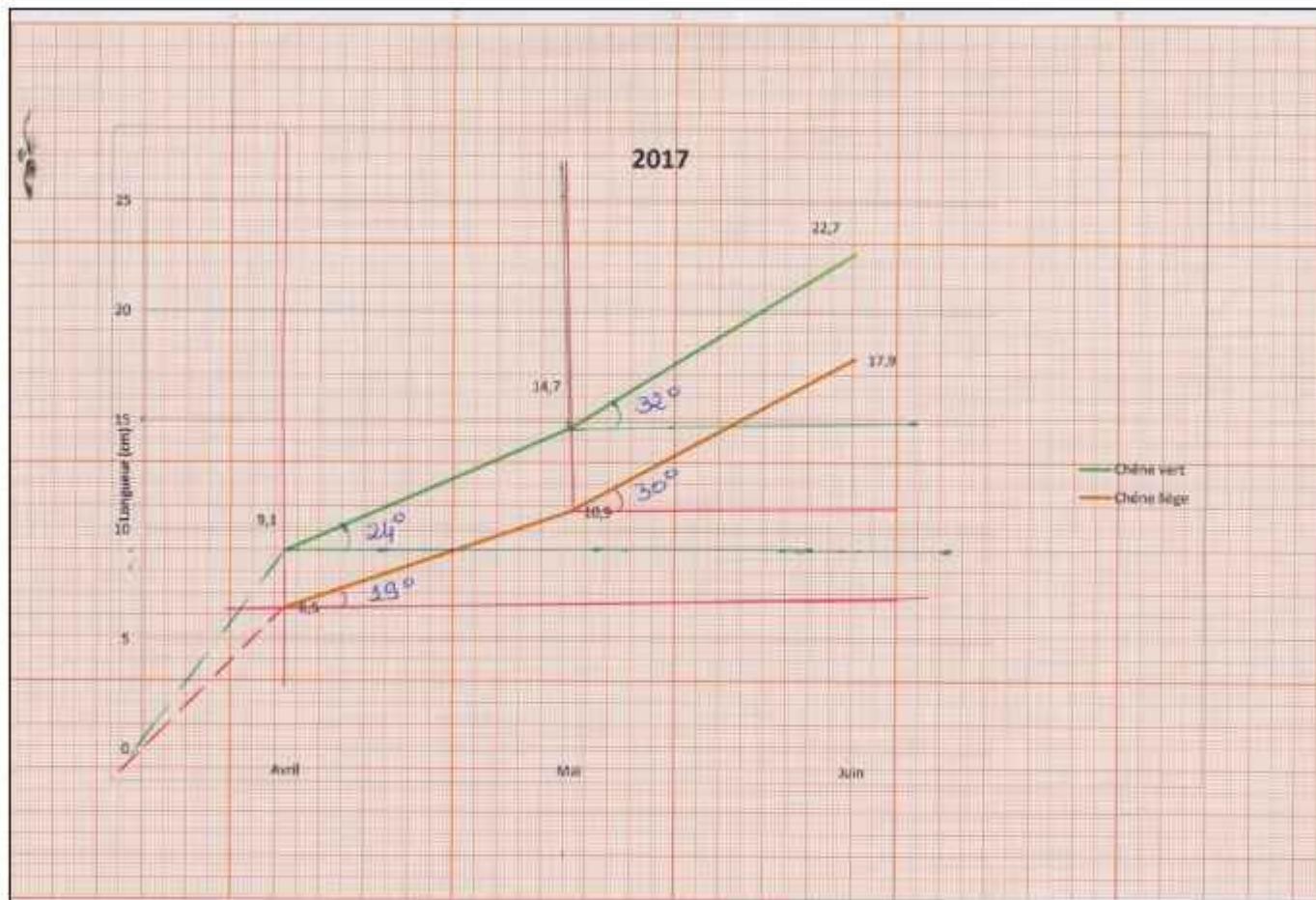
*Le seuil de significativité est $P=0.05$, ici la valeur de $P\text{-value}=0.0001$, inférieur à 0.05, donc la corrélation du chêne vert / temps est significative.

IX-Compétitivité régénératrice des deux types de *Quercus* :

D'un autre côté, nous avons jugé que l'angle formé par l'axe des x et des y dans une réponse aux feux montre la vitalité régénératrice de chaque espèce végétale.

Dans ce cadre nous avons projeté nos résultats sur un systèmeet nous avons dégagé l'angle formé.

Plus l'angle formé est grand plus la réponse est rapide .Les figures 68 à 73 montrent la compétitivité régénératrice des deux types de *Quercus* étudiées.

X-Etude et comparaison des Angles de croissance du *Quercus ilex* et *Quercus suber* :**Figure 63 : Angles de croissance du *Quercus ilex* et *Quercus suber* en 2017**

Pendant (Avril-Mai et Mai-Juin)

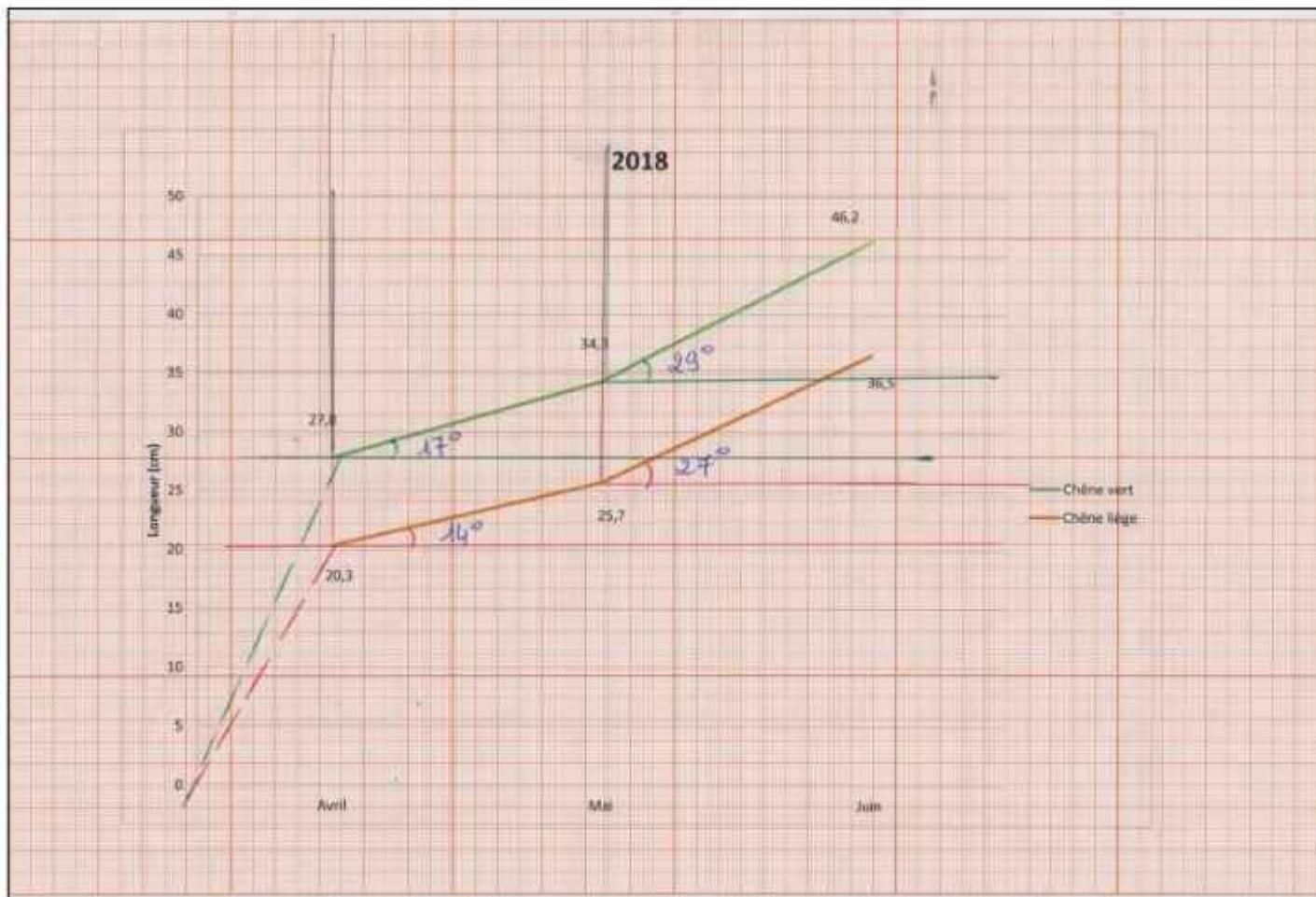


Figure 64: Angles de croissance du *Quercus ilex* et *Quercus suber* en 2018

Pendant (Avril-Mai et Mai-Juin)

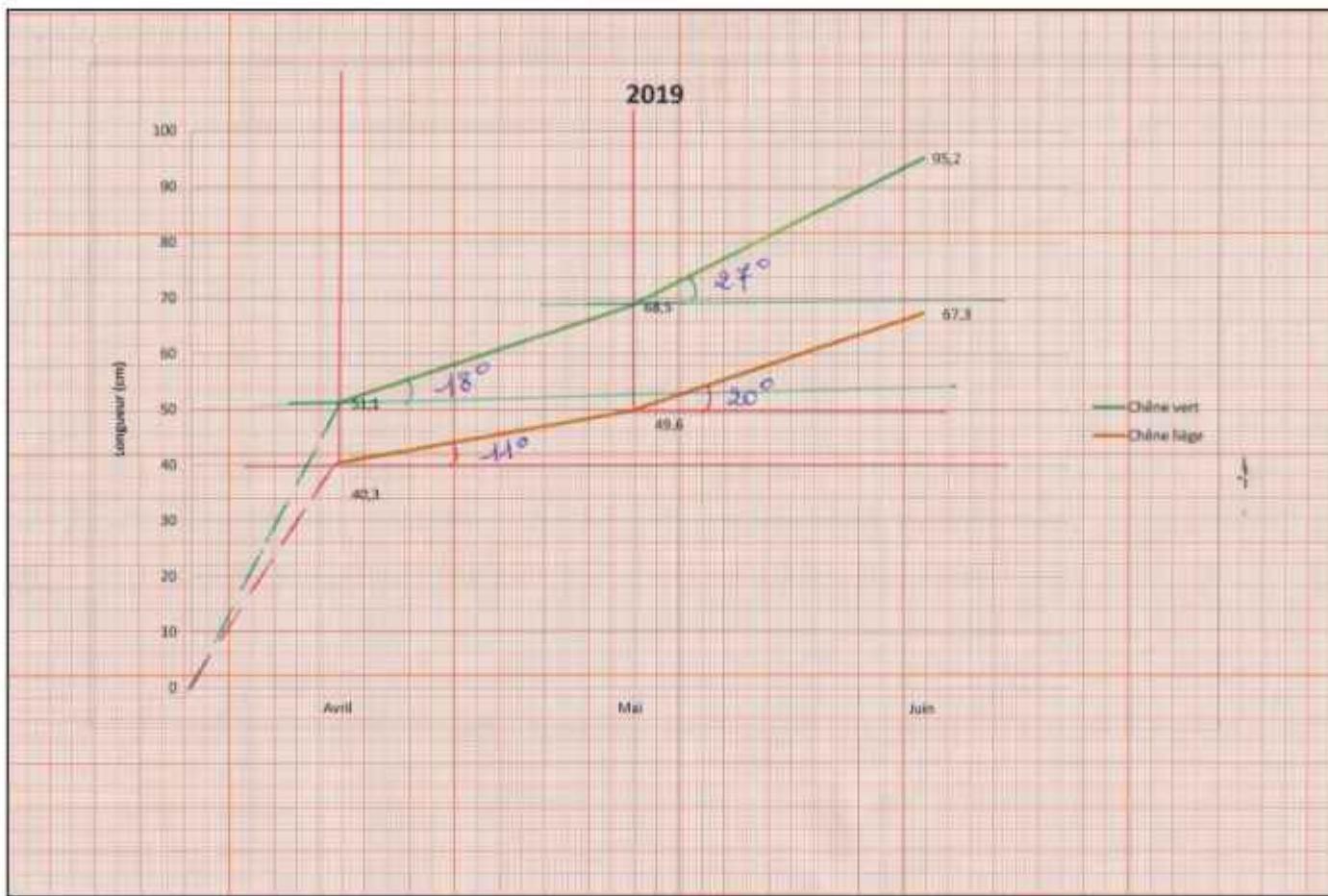


Figure 65 : Angles de croissance du *Quercus ilex* et *Quercus suber* en 2019
Pendant (Avril-Mai et Mai-Juin)

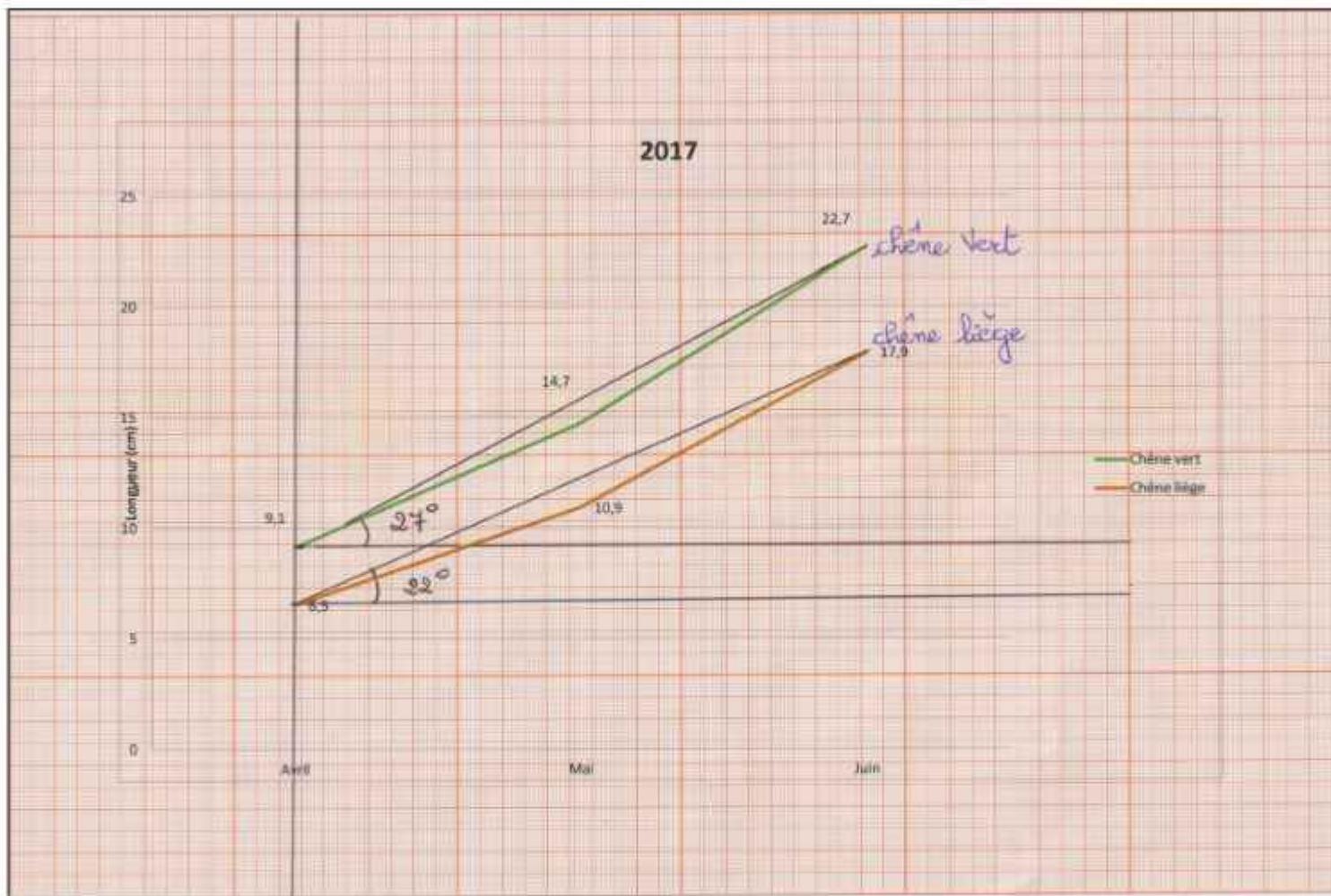


Figure 66 : Angles de croissance du *Quercus ilex* et *Quercus suber* en 2017
Pendant (Avril-Juin)

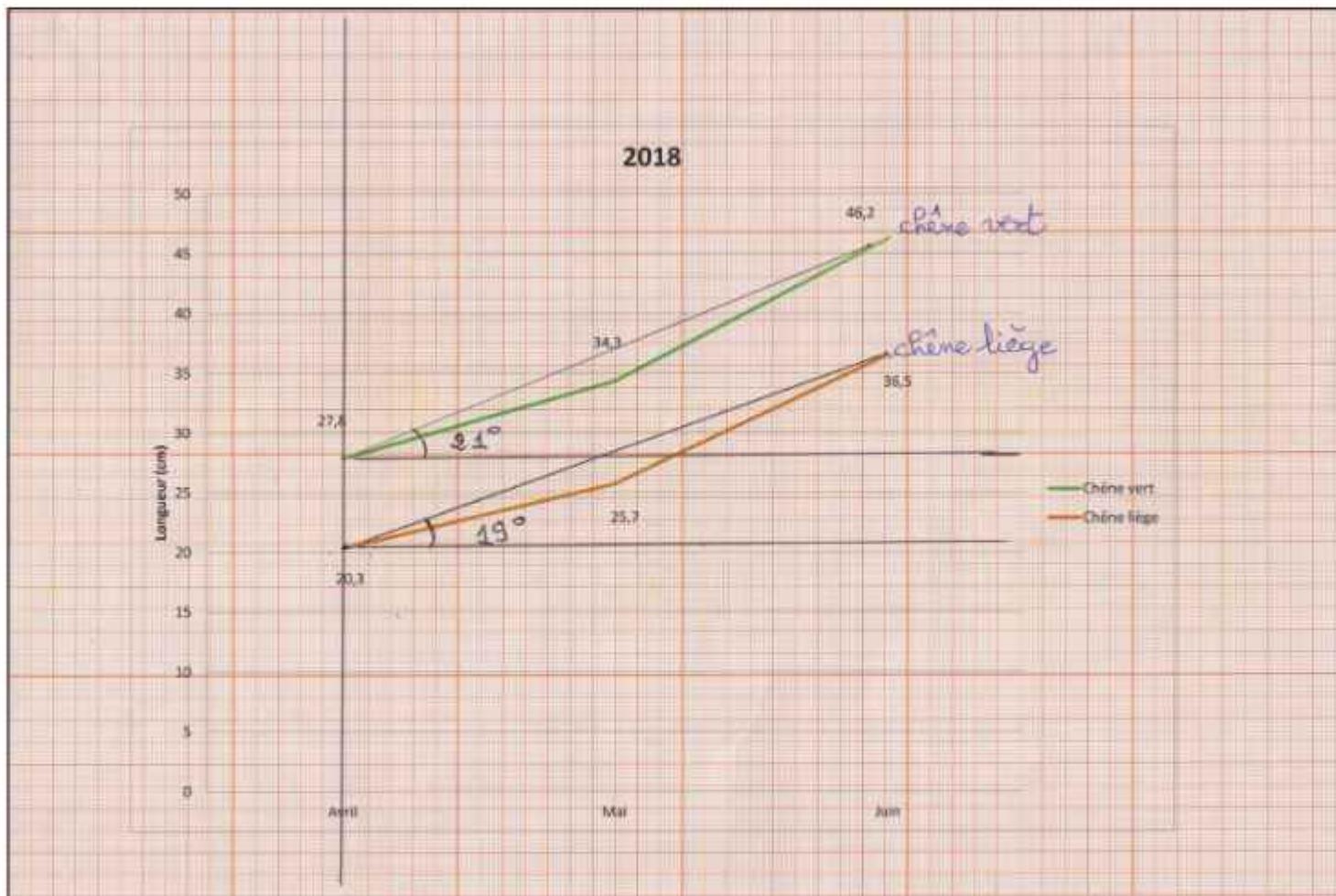


Figure 67: Angles de croissance du *Quercus ilex* et *Quercus suber* en 2018
Pendant (Avril-Juin)

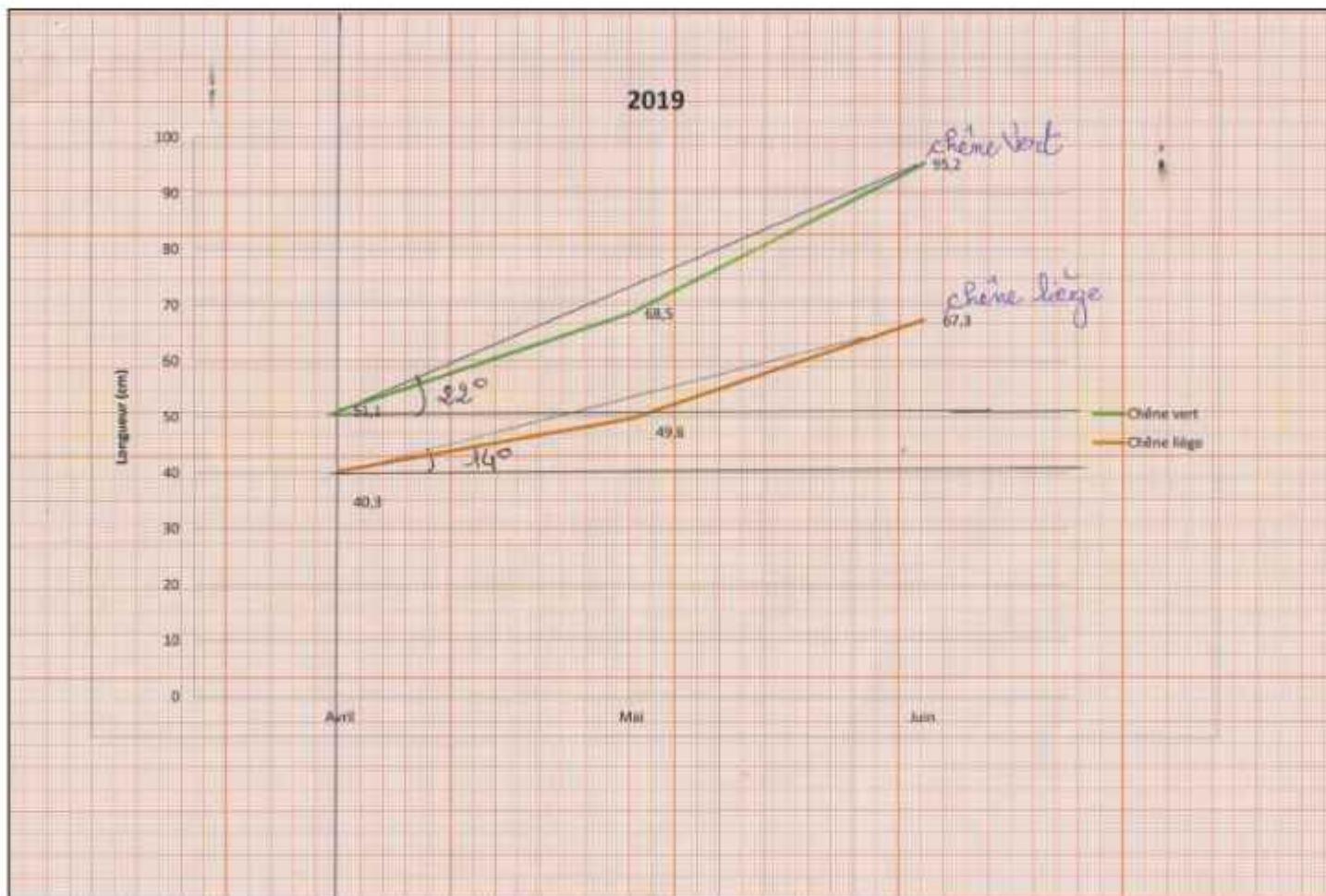


Figure 68: Angles de croissance du *Quercus ilex* et *Quercus suber* en 2019
Pendant (Avril-juin)

Les mesures d'angles en ($^{\circ}$) a partir des courbes obtenues des moyennes de l'évolution du chêne vert et du chêne liège entre le mois [d'avril-mai] et [mai-juin] et cela sur trois années successives (2017-2018-2019) sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 23 : Angles de croissance du *Quercus suber* et *Quercus ilex* période (2017- 2018-2019)

	<i>Quercus ilex</i>	<i>Quercus suber</i>
[AVRIL2017 - MAI 2017]	24	19
[MAI2017-JUIN2017]	32	30
[AVRIL2018 - MAI 2018]	17	14
[MAI2018-JUIN2018]	29	27
[AVRIL2019 - MAI 2019]	18	11
[MAI2019-JUIN2019]	27	20

Les figures 63-64-65-66-67-68(graphes avec angles de croissance) donne une explication bien déterminéesur les angles de croissances obtenues, des deux essences (*Quercus ilex* et *Quercus suber*). L'angle de croissance reste toujours en progression durant les trois années qui ont suivie l'incendie, comme Pour le chêne vert et aussi pour le chêne liège, mais avec une avance de la réponse végétative du chêne vert par rapport au chêne liège.

+++L'angle est important



+++ La reprise végétative est importante.

Tableau 24 : Angles de croissance du *Quercus suber* et *Quercus ilex* période durant la période phénologique (2017-2018-2019)

	<i>Quercus ilex</i>	<i>Quercus suber</i>
[AVRIL2017 – Juin2017]	27	22
[AVRIL2018 - Juin 2018]	21	19
[AVRIL2019 - Juin 2019]	22	14

Le tableau 24 démontre que pendant la période de remontée végétative le *Quercus ilex* enregistre un angle de croissance de 27° au cours de l'année 2017, ensuite 21° en 2018 et enfin 22° en 2019.Par contre que le *Quercus suber* débute sa croissance avec un angle de 22° en 2017, après 19° au cours de la deuxième année qui a suivi l'incendie 2018, enfin 14° en 2019.

Conclusion

La résilience étant définie comme la capacité d'un système à retourner à son état originel après une perturbation exogène (Lincoln *et al.*, 1998), se pose en effet le double problème :

1-du ou des critères quantitatifs utilisables pour suivre et mesurer la dynamique du système après perturbation, (ici l'incendie).

2-de l'estimation du temps nécessaire pour que le système revienne à un état proche de l'état initial, c'est-à-dire l'état avant l'incendie.

Après un incendie le gestionnaire se trouve face à une situation où il doit prendre des décisions importantes pour la restauration de l'espace touché par le feu. Plusieurs options d'interventions sont à considérer : exploiter systématiquement le matériel végétal et procéder à une régénération artificielle du périmètre ou bien exploiter d'une manière sélective les arbres touchés et assister la régénération naturelle ou tout simplement laisser la nature faire.

Le choix de telle ou telle option est tributaire de la connaissance préalable du comportement futur de l'écosystème et sa réaction au feu, ceci nécessite la construction de modèles de prédictions se basant sur des variables contrôlées par les gestionnaires et permettant de prévoir le sort de la parcelle incendiée. Ainsi le développement de modèles appropriés permet d'orienter le choix des actions à entreprendre afin de rendre l'espace forestier plus résilient et plus résistant lorsqu'il subit une agression par le feu.

Pour le *Quercus ilex*, après incendie, la totalité de la végétation a brûlé, ne laissant que les troncs et les grosses branches calcinés. Les strates basses (< 2 m) repoussent dès le premier printemps jusqu'à un maximum de densité après trois ans seulement. Elles tendent ensuite à diminuer à cause de la densification de la canopée.

Comme pour le *Quercus suber*, seuls les troncs et grosses branches calcinés restent debout après l'incendie. Cependant, la particularité du Chêne-liège après incendie est qu'il régénère simultanément au niveau du sol et de la canopée, d'où la reconstitution rapide d'une structure quasi forestière.

Après étude le résultat obtenu démontre que Le chêne vert possède un important pouvoir de récupération après le passage du feu du 24-octobre-2016 ainsi qu'une forte compétitivité par rapport au chêne liège, n'empêchant que ce dernier a un pouvoir important de récupération après le passage du feu.

La dynamique forestière actuelle dans la zone considérée est plutôt favorable au Chêne vert. Pourtant, en raison de sa forte résilience après incendie et de la forte diversité floristique de la subéraie (Amandier, 2002 ; Quézel et Médail, 2003 ; Aafiet *et al.* 2005), le Chêne-liège mérite d'être privilégié dans le paysage là où le sol lui est favorable, notamment dans des programmes de reboisement dans des zones sensibles aux incendies. Bien mieux que les pinèdes, dont la

régénération après incendie est souvent problématique (Espelta et al., 2003), les subéraies assurent la pérennité d'un couvert forestier en zone méditerranéenne à haut risque de feu au bénéfice du paysage et de sa biodiversité, notamment animale. On notera qu'au-delà d'une dizaine d'années, soit le temps de résilience que nous avons estimé, le visiteur non prévenu n'a souvent plus conscience d'avoir affaire à une subéraie incendiée. Il n'existe pas en Méditerranée d'autre formation forestière aussi résiliente au feu.

Les écosystèmes incendiés de la zone d'étude (Forêt domaniale de Zariffet) tendent à rejoindre un état semblable à celui qui existait avant le feu. La fréquence des incendies et le temps de cicatrisation entre les feux sont des critères importants à considérer lorsque doivent être évalués les effets à long terme des incendies sur les communautés. La résilience des milieux suit le modèle de succession secondaire (Blondel, 1986), cette succession est très semblable aux successions de colonisation après abandon de cultures ou de pâtures.

*En terme de cette étude les résultats obtenus montrent que l'évolution de la végétation après incendie suit le modèle de Egler (1954) appelé modèle de la « composition floristique initiale » ; c'est-à-dire que toutes les espèces sont présentes immédiatement dans les peuplements après le feu, même si par la suite l'abondance relative des individus et le taux de recouvrement de chaque espèce change quelque peu. En cas d'auto-succession au sens de Hanes (1971) les espèces vivaces et annuelles répondent mieux et une compétition d'elongation végétative s'observe sur le terrain. Dans ce cadre *Q. suber* possède un pouvoir de récupération significatif après le passage du feu, néanmoins le *Q. ilex* est plus performant que le *suber* en terme de capacité régénératrice.

Nous avons noté que la régénération par rejets de souches des deux *Quercus* s'accorde facilement avec les incendies. En outre le feu est considéré comme un complémentaire précieux pour la reconstitution des peuplements moribond. Bien que *Q. suber* rejette jusqu'à un âge avancé, certains vieux sujets ne jouissent plus normalement de cette propriété dans des conditions stationnelles marginales. Un recepage est recommandé sur tous les sujets chétifs et voués au déclin car très souvent la souche et les racines conservent leur vitalité et leur faculté de rejeter ou de drageonner.

Chapitre II

Succession floristique
post-incendie de la
forêt de Zariffet

Chapitre II : Succession floristique post-incendie de la forêt de Zariffet

Introduction

La plus grande partie des écosystèmes de nos jours sont exposés à des perturbations de nature et d'amplitude diverses. Un écosystème est considéré perturber lorsqu'il est exposé à un (des) événement(s) altérant dans le temps et dans l'espace. Dans ce cadre Lavorel *et al.* (2006) constatent que les feux de forêts représentent un danger majeur pour les forêts méditerranéennes impactant la biodiversité animales et végétales et la gestion de ce fléau. Le Houerou (1980) estime que plus de 200000 hectares de forêt brûlent en moyenne chaque année dans le bassin méditerranéen ; néanmoins pour Valez (1990a) ce chiffre est compris entre 700000 et 1000000 d'hectares.

Ce phénomène déstabilisateur est amplifié par les perturbations climatiques de ces dernières décades avec une réduction du cumul pluviométrique et un allongement de la période sèche (Hasnaoui, 2008). En Algérie, pays du sud méditerranéen, les formations végétales sont impactées par les effets néfastes de l'homme à l'origine de feux, des délits de coupes, de défrichements, du surpâturage et de l'urbanisation (Hasnaoui et Bouazza, 2015). Les travaux de Benderradj *et al.* (2004) montrent que 30000 ha en moyenne sont ravagés chaque année par le feu et que les superficies incendiées par foyer varient selon qu'on est dans le Nord-est (37 ha), le Nord-centre (18 ha) et le Nord-ouest (51 ha) du pays. Cette disparité peut être expliquée par les conditions climatiques ; le substratum, la géomorphologie du terrain, la nature des formations végétales et à la vitesse des gestionnaires des incendies dans l'intervention.

Les études menées dans la partie occidentale algérienne montrent la dynamique régressive du tapis végétal ces dernières années (Bouhraoua, 2003, Hasnaoui, 2008, Letreuch-Belarouci, A., 2009; Medjati *et al.*, 2013, Hachemi *et al.*, 2014 ; Bouhraoua *et al.*, 2014 ; Belgherbi et Benabdelli, 2015 ; Aouadj *et al.*, 2020). Cette dynamique régressive nécessite une restauration et réhabilitation des écosystèmes dégradés.

La forêt de Zariffet fait partie des forêts domaniales des monts de Tlemcen (Nord-ouest algérien) ; elle est intégrée dans le parc national de la wilaya de Tlemcen. Elle constitue un modèle de l'étude des processus de résilience et de dynamique temporelle et spatiale des communautés végétales après perturbation puisqu'ils sont constitués d'une mosaïque de milieux plus ou moins perturbés (feu, pâturage).

L'objectif de ce travail, mené sur les peuplements forestiers de Zariffet (monts de Tlemcen), est de mettre en évidence l'influence du gradient temporel sur l'évolution floristique des sites brûlés. Ce dernier repose sur la quantification des dégâts occasionnés par le feu de 2016, évaluer la remontée biologique post-incendie et dégager les stratégies compétitives régénératrices des

principaux taxons. La compréhension de la dynamique post-incendie des écosystèmes aide à optimiser les opérations de réhabilitation du parc national de Tlemcen.

I-Remontée Biologique :

Les modifications de la végétation et du milieu sont étudiées de manière simultanée sur plusieurs stations, qui représentent théoriquement des stades dynamiques différents de la communauté végétale étudiée (Arnaud ; 1984). Pour une étude comparative nous avons réalisé des listes d'espèces sur le site témoin et le site incendié. Le tableau 25 résume les espèces recensées entre 2017 et 2019.

Tableau 25 : Fréquence des espèces recensées dans le site témoin et le site incendié

Espèces	Diversité du site témoin (Période 2017- 2019)				Diversité du site incendié (Période 2017-2019)			
	Famille	Fréquence %	I.F	Fréquence 8 Mois	I.F	Fréquence Après 3 ans	I.F	
<i>Allium roseum</i> L.	<i>Alliaceae</i>	13,33	I	00	--	13,33	I	
<i>Narcissus cantabricus</i> DC.	<i>Amaryllidaceae</i>	6,66	I	00	--	00		
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	<i>Anacardiaceae</i>	22,22	II	22,22	II	22,22	II	
<i>Arisarum vulgare</i> M. et W.	<i>Araceae</i>	6,66	I	00	--	10	I	
<i>Biarum Bovei</i> Engler	--	13,33	I	00	--	13,33	I	
<i>Chamaerops humilis</i> L.	<i>Arecaceae</i>	44,44	III	26,66	II	53,33	III	
<i>Aristolochia baetica</i> L.	<i>Aristolochiaceae</i>	8,88	I	00	--	6,66	I	
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	<i>Asparagaceae</i>	20	II	13,33	I	23,33	II	
<i>Asparagus albus</i> L.	--	26,66	II	13,33	I	26,66	II	
<i>Asphodelus microcarpus</i> Salzm et Viv	<i>Asphodelaceae</i>	31,11	II	20	II	33,33	II	
<i>Borago officinalis</i> L.	<i>Boraginaceae</i>	13,33	I	00	--	10	I	
<i>Cerinthe major</i>	--	6,66	I	00	--	00	--	
<i>Cynoglossum cheirifolium</i> L.	--	13,33	I	00	--	00	--	
<i>Echium vulgare</i> L.	--	22,22	II	00		23,33	II	
<i>Lonicera implexa</i> L.	<i>Caprifoliaceae</i>	33,33	II	00		13,33	I	
<i>Viburnum tinus</i> subsp. <i>tinus</i> L.	--	28,88	II	66,66	I	20	II	
<i>Paronychia argentea</i> Lam.	<i>Caryophylaceae</i>	22,22	II	00		00		
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	--	6,66	I	00		6,6	I	
<i>Silene latifolia</i> Poiret	--	13,33	II	00		13,33	I	

<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	--	8,88	I	00		10	I
<i>Cistus clusi</i> Dunal	<i>Cistaceae</i>	33,33	II	00		23,33	II
<i>Cistus villosus</i> L.	--	26,66	II	13,33	I	20	II
<i>Cistus ladaniferus</i> L.	--	24,44	I	20	II	26,66	II
<i>Cistus salvifolius</i> L.	--	22,22	II	13,33	I	26,66	II
<i>Fumana thymifolia</i> (L.) Webb	--	13,33	I	6,66	I	13,33	I
<i>Halimium bellatum</i> (L.)	--	17,77	I	00		13,33	I
<i>Helianthemum cinereum</i> (Cav.) Pers.	--	15,55	I	6,66	I	20	II
<i>Anacyclus pyrethrum</i> (L.) Link	<i>Asteraceae</i>	15,55	I	00		16,66	I
<i>Atractylis cancellata</i> L.	--	8,88	I	00		16,66	I
<i>Bellis sylvestris</i> L.	--	6,66	I	00		10	I
<i>Micropus bombycinus</i> Lag.	--	8,88	I	00		00	--
<i>Calendula arvensis</i> L.	--	11,11	I	00		00	--
<i>Centaurea pullata</i> L.	--	6,66	I	00		6,66	I
<i>Carlina gummifera</i> (L.) Less.	--	13,33	I	6,66	I	16,66	I
<i>Catananche caerulea</i> L.	--	26,66	II	13,33	I	30	II
<i>Cichori umintybus</i> L.	--	22,22	II	13,33	I	26,66	II
<i>Cirsium echinatum</i> (Desf.) DC.	--	22,22	II	20	II	33,33	III
<i>Dittrichia viscose</i> (L.)Greuter	--	31,11	II	20	II	43,33	III
<i>Echinops spinosus</i> L.	--	6,66	I	00	I	10	II
<i>Filago fuscescens</i> Pomel	--	20	I	00		13,33	I
<i>Inula viscosa</i> L.	--	22,22	I	13,33	I	26,66	II
<i>Pallenis spinosa</i> (L.) Cass.	--	8,88	I	00		10	I
<i>Phagnalon saxatile</i> (L.) Cass	--	11,11	I	6,66	I	10	I
<i>Galactites duriae</i>	--	6,66	I	00		6,66	I
<i>Leotodon tuberosus</i> L.	--	11,11	I	00		13,33	I
<i>Scolymus hispanicus</i> L.	--	13,33	I	00		6,66	I
<i>Senecio vulgaris</i> L.	--	13,33	I	00		10	I
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	--	8,88	I	00		10	I
<i>Taraxacum officinale</i> L.	--	6,66	I	00		13,33	I
<i>Urospermumpicroides</i> L.	--	17,77	I	00		6,66	I

<i>Convolvulus althaeoides</i> L.	<i>Convolvulaceae</i>	6,66	I	00		00	
<i>Sedum sediforme</i> (Jacq.) Pau	<i>Crassulaceae</i>	13,33	I	00		6,66	I
<i>Sedum album</i> L.	--	8,88	I	00		6,66	I
<i>Umbilicusrupestris</i> (Salisb.) Dandy	--	13,33	I				I
<i>Biscutella didyma</i> L.	<i>Brassicaceae</i>	6,66	I	00		6,66	I
<i>Lobularia maritima</i> (L.)Desv.	--	17,77	I	6,66	I	13,33	I
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	--	13,33	I	00		6,66	I
<i>Sinapis alba</i> L.	--	6,66	I	00		10	I
<i>Sinapis arvensis</i> L.	--	11,11	I	00	--	6,66	I
<i>Scabiosa stellata</i> L.	<i>Dipsacaceae</i>	15,55	I	00	--	6,66	I
<i>Arbutus unedo</i> L.	<i>Ericaceae</i>	28,88	II	13,33	I	26,66	II
<i>Erica arborea</i> L.	--	24,44	II	6,66	I	23,33	II
<i>Quercus coccifera</i> L.	<i>Fagaceae</i>	13,33	I	6,66	I	20	II
<i>Quercus Ilex</i> (Desf.) A. DC.	--	43,33	III	20	II	46,66	III
<i>Quercus suber</i> L.	--	46,662	III	20	II	43,33	III
<i>Aegilops geniculata</i> Roth	<i>Poaceae</i>	6,66	I	00	--	10	I
<i>Aegilops triuncialis</i> L.	--		I	00	--	13,33	I
<i>Ampelodesma mauritanica</i> (Poiret) Dur.et Sch.	--	22,22	II	13,33	I	46,66	III
<i>Stipa tenacissima</i> L.	--	17,77	I	13,33	I	43,33	III
<i>Bromus matritensis</i> L.	--	8,88	I	00	--	13,33	I
<i>Bromus rubens</i> L.	--	13,33	I	00	--	6,66	I
<i>Avena sativa</i> L.	--	6,66	I	00	--	6,66	I
<i>Avena sterilis</i> L.	--	11,11	I	00	--	10	I
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P.B	--	8,88	I	00	--	13,33	I
<i>Briza maxima</i> L.	--	13,33	I	00	--	13,33	I
<i>Festuca coerulescens</i> Desf.	--	17,77	I	00	--	10	I
<i>Hordeum murinum</i> L.	--	6,66	I	00	--	00	
<i>Laguru sovatus</i> L.	--	8,88	I	00	--	00	
<i>Drimia maritima</i> (L.) Sream	<i>Hyacinthaceae</i>	22,22	II	13,33		23,33	II

<i>Muscari comosum</i> (L.) Mill.	--	8,88	I	6,66		10	I
<i>Muscari neglectum</i> Guss.	--	11,11	I	00	--	10	I
<i>Ornithogalum umbellatum</i> L.	--	8,88	I	00	--	10	I
<i>Scilla autumnalis</i> L.	--	13,33	I	00	--	13,33	I
<i>Iris xiphium</i> L.	<i>Iridaceae</i>	6,66	I	00	--	6,66	I
<i>Romulea bulbocodium</i> (L.) Seb. et Maur.	--	17,77	I	6,66	--	13,33	I
<i>Ajuga chamaepitidis</i> Schreb.	<i>Lamiaceae</i>	6,66	I	00	--	10	I
<i>Ajuga iva</i> subsp. <i>iva</i> (L.) Schreber	--	13,33	I	00	--	6,66	I
<i>Ballota hirsuta</i> Bentham	--	22,22	II	6,66		23,33	II
<i>Calamintha nepeta</i> (L.) Savi	--	13,33	I	00		6,66	I
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	--	17,77	I	00		10	I
<i>Lavandula stoechas</i> L. subsp. <i>stoechas</i>	--	13,33	I	6,66		10	I
<i>Marrubium vulgare</i> L.	--	15,55	I	6,66		13,33	II
<i>Phlomis crinita</i> cav.	--	22,22	II	6,66	I	23,33	II
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	--	13,33	I	6,66	I	16,66	I
<i>Salvia verbenaca</i> L.	--	6,66	I	00	--	6,66	I
<i>Teucrium fruticans</i> L.	--	11,11	I	6,66	I	13,66	I
<i>Thymus ciliatus</i> L.	--	13,33	I	00	--	6,66	I
<i>Anthyllis vulneraria</i> L.	<i>Fabaceae</i>	8,88	I	00	--	6,66	I
<i>Calicotome intermedia</i> (Salzm.) C. Presl	--	26,66	II	13,33	I	30	II
<i>Cytisus triflorus</i> L'Herit	--	20	I	10	I	23,33	II
<i>Medicago polymorpha</i> L.	--	6,66	I	00	--	6,66	I
<i>Ulex Boivini</i> Webb.	--	22,22	II	13,33	I	23,33	II
<i>Trifolium stellatum</i> L.	--	8,88	I	6,66	--	6,66	I
<i>Trifolium tomentosum</i> L.	--	8,88	I	00	--	10	I
<i>Vicia onobrychioides</i> L.	--	13,33	I	00	--	6,66	I
<i>Fritillaria oranensis</i> Raf.	<i>Liliaceae</i>	6,66	I	00	--	00	I
<i>Gagea Durieui</i> Pari.	--	11,11	I	6,66	I	13,66	I

<i>Gagea granatelli</i>	--	15,55	I	6,66	I	13,33	I
<i>Tulipa sylvestris</i> L.	--	13,33	I	00	--	6,66	I
<i>Anagallis arvensis</i> L.	<i>Primulaceae</i>	6,66	I	00	--	00	--
<i>Jasminum fruticans</i> L.	<i>Oleaceae</i>	17,77	I	10	I	20	II
<i>Phillyrea angustifolia</i> L.	--	20	I	6,66		20	
<i>Adonis aestivalis</i> L.	<i>Ranonculaceae</i>	6,66	I	00	--	6,66	I
<i>Anemone coronaria</i> L.	--	8,88	I	00		10	I
<i>Anemone palmata</i> L.	--	13,33	I	00		6,66	I
<i>Clematis flammula</i> L.	--	15,55	I	00		00	--
<i>Ranunculus arvensis</i> L.	--	11,11	I	00		10	I
<i>Ranunculus spicatus</i> Desf.	--	13,33	I	00		10	I
<i>Reseda alba</i> L.	<i>Resedaceae</i>	8,88	I	6,66		13,33	I
<i>Reseda phyteuma</i>	--	6,66	I	00		6,66	I
<i>Crataegus oxyacantha</i>	<i>Rosaceae</i>	24,44	II	20		26,66	I
<i>Rosa canina</i> L.	--	28,88	II	13,33		26,66	II
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	--	20	I	6,66		16,66	I
<i>Sanguis orbaminor</i> Scop	--	13,33	I	6,66		10	I
<i>Scrophularia laevigata</i> Vahl	<i>Scrophiliaceae</i>	6,66	I	6,66		13,33	I
<i>Scrophularia canina</i> L.	--	8,88	I	--		10	I
<i>Verbascum blattaria</i> L.	--	15,55	I	6,66		16,66	I
<i>Smilax aspera</i> L.	<i>Smilacaceae</i>	13,33	I	6,66		16,66	I
<i>Daphne gnidium</i> L.	<i>Thymelaeaceae</i>	22,22	II	13,33		26,66	II
<i>Bupleurum rigidum</i> L.	<i>Apiaceae</i>	6,66	I	00		6,66	I
<i>Eryngium tricuspidatum</i> L.	--	8,88	I	00		10	I
<i>Ferula communis</i> L.	--	8,88	I	6,66		16,66	I
<i>Thapsia garganica</i> L.	--	13,33	I	13,33		20	I

133 espèces appartenant à 35 familles botaniques ont été recensées dans le site témoin, ce qui témoigne la richesse de la zone d'étude. Les *Astreraceae*, *Poaceae*, *Apiaceae*, *Ranunculaceae*, *Brassicaceae*, *Scrophulariaceae*, familles appartenant aux thérophytes, représentent plus 53 % de la richesse globale de la forêt de Zariffet; viennent ensuite les *Anacardiaceae*, *Fagaceae*; *Oleaceae*; *Arecaceae*, *Asparagaceae*, *Cistaceae*, *Ericaceae*, *Thymelaeaceae*, *Rosaceae* et *Lamiaceae*; ce groupe constitue les phanérophytes et les chamaephytes avec 25,5 %; les plantes tubéreuses représentées par les *Hyacinthaceae*, *Iridaceae*, *Liliaceae*, *Asphodeliaceae*, *Aliaceae* et *Liliaceae* (géophytes) occupent la troisième place avec plus de 12%; le reste est occupé les hémicryptophytes comme *Pallenis maritima* (L.) Greuter, *Paronychia argentea* Lam., *Phlomis crinita* Cav., *Ranunculus arvensis* L., *Scolymus hispanicus*, *Ajugaiva* (L.) Schreb, *Centaurea pullata* L., *Eryngium* sp., Kunth. (Tableau 25).

Tableau 26 : Les principaux types biologiques de la zone d'étude

Types biologiques	Espèces
Phanérophytes	<i>Olea europaea</i> L., <i>Quercus suber</i> , <i>Quercus coccifera</i> , <i>Arbutus unedo</i> , <i>Erica arborea</i> , <i>Quercus ilex</i> L., <i>Rosa canina</i> L., <i>Crataegus oxyacantha</i> L.
Nanophanérophytes	<i>Pistacia lentiscus</i> L., <i>Jasminum fruticans</i> L
Chaméphytes	<i>Chamaerops humilis</i> L., <i>Cistus salvifolius</i> L., <i>Fumana thymifolia</i> (L.) Webb., <i>Helianthemum</i> , <i>Ballota hirsuta</i> Benth., <i>Daphne gnidium</i> L., <i>Ampelodesma mauritanica</i> (Poiret) Dur. et Sch. <i>Stipa tenacissima</i> L., <i>Ulex Boivinii</i> Webb., <i>Calycotome spinosa</i> (L.) Link; Mill, <i>Lobularia maritima</i> L. Desv., <i>Marrubium vulgare</i> L., <i>Rosmarinus officinalis</i> L., <i>Salvia verbenaca</i> L., <i>Teucrium polium</i> L., <i>Asparagus acutifolius</i> L <i>Thymus ciliatus</i> L.
Hémicryptophytes	<i>Ajugaiva</i> (L.) Schreb, <i>Centaurea pullata</i> L., <i>Eryngium</i> sp., Kunth, <i>Pallenis maritima</i> (L.) Greuter, <i>Paronychia argentea</i> Lam., <i>Phlomis crinita</i> Cav., <i>Ranunculus arvensis</i> L., <i>Scolymus hispanicus</i> L.,
Géophytes	<i>Asphodelus microcarpus</i> L., <i>Iris xiphium</i> L., <i>Drimia maritima</i> (L.) Stearn, <i>Ornithogalum bellatum</i> L., <i>Narcissus</i> sp.; <i>Muscati comosum</i> (L.) Mill; <i>Scilla autumnalis</i> L., <i>Allium roseum</i> L.
Thérophytes	<i>Anacyclus clavatus</i> Desf., <i>Anagallis arvensis</i> L., <i>Avena sativa</i> , <i>Bellis annua</i> L., <i>Bromus rubens</i> L., <i>Bromus</i> sp., <i>Calendula arvensis</i> L., <i>Daucus carota</i> L., <i>Eruca vesicaria</i> L., <i>Hordeum maritimum</i> Whith., <i>Plantago lagopus</i> L., <i>Raphanus raphanistrum</i> L., <i>Reseda alba</i> L., <i>Silene colorata</i> Poiret., <i>Sinapis arvensis</i> L., <i>Trifolium stellatum</i> L.,

II-Evolution floristique de la succession :

L'évolution du contenu floristique des relevés illustre le gradient dynamique à travers les stades retenus (site témoin ; remontée biologique après 8 mois et 32 mois). La richesse floristique correspond au nombre d'espèces rencontrées dans chacun des sites étudiés durant la bonne période phénologique (printemps des années 2017, 2018 et 2019) et constituent la richesse stationnelle. Cette dernière est maximale dans le site témoin avec 133 espèces ; elle est de 52

espèces huit mois après l'incendie ce qui représente 39,1 % du cortège floristique total recensé et de 121 espèces recensées après 32 mois soit 91%. Il faut noter que nous avons constaté une déperdition d'espèces de 9% (12 espèces) après 3 ans. Les activités physiologiques des plantes sont accélérées grâce aux conditions stationnelles favorables (ouverture du milieu, richesse du sol en matière organique et germination d'espèces stimulées par le feu).

L'analyse des I.F dans les différents relevés au cours des suivis montre une dynamique variable selon les espèces. Cette dernière dépend de la stratégie adaptative des taxons. Nous remarquons que les espèces tel que *Chamaerops humilis*, *Stipa tenacissima*, *Ampelodesma mauritanica* *Ulex boivinii*, *Quercus ilex*, *Drimia maritima* etc. occupent plus d'espace en passant d'un I.F de II à III après 3 ans. Il faut noter que même si certaines espèces gardent le même I.F leur pourcentage à augmenter, c'est donc des espèces plus compétitives après le feu. Cette stratégie oriente l'écosystème en place vers une modification du paysage.

Selon Trabaud (1993) l'expression maximale des espèces peut également être observée au cours de la deuxième année après le passage du feu. Il faut noter que la diminution de la richesse floristique au cours de la succession a été rapportée pour la plupart des écosystèmes méditerranéens quelque soit le facteur de perturbation (feu, pâturage) par les travaux de Meddour (1992) ; Tatoni & Roche (1994) ; Noy-Meir (1995) ; Debussche et al. (1996) ; Saidi et al. (2016). Néanmoins nous avons constaté une dynamique en faveur des chamaephytes et géophytes au détriment des thérophytes durant la période du suivi.

L'étude a mis en évidence trois dynamiques de fonctionnement ; la première est basée sur les régénéérations soit par rejet de souches et/ou les nouvelles pousses c'est le cas des principaux phanérophytes et chamaephytes tels que *Quercus suber*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus ilex*, *Rosa canina*, *Daphne gnidium*, *Chamaerops humilis* etc) ; la deuxième est basée sur les plantes tubéreuses c'est le cas de *Drimia maritima*, *Allium roseum*, *Muscari comosum*, *Romulea bulbocodium*, tandis que la troisième elle est liée aux flux des graines associés aux vecteurs de dissémination (anémochorie, zoothorie et l'anthropochorie) ; nous retrouvons dans cet ensemble les thérophytes tel que *Avena sativa*, *Bellis annua L.*, *Bromus rubens L.*, *Bromus sp.*, *Calendula arvensis L.*, *Daucus carota L.*, *Erica vesicaria L.*, *Hordeum maritimum Whith.*, *Plantago lagopus*.

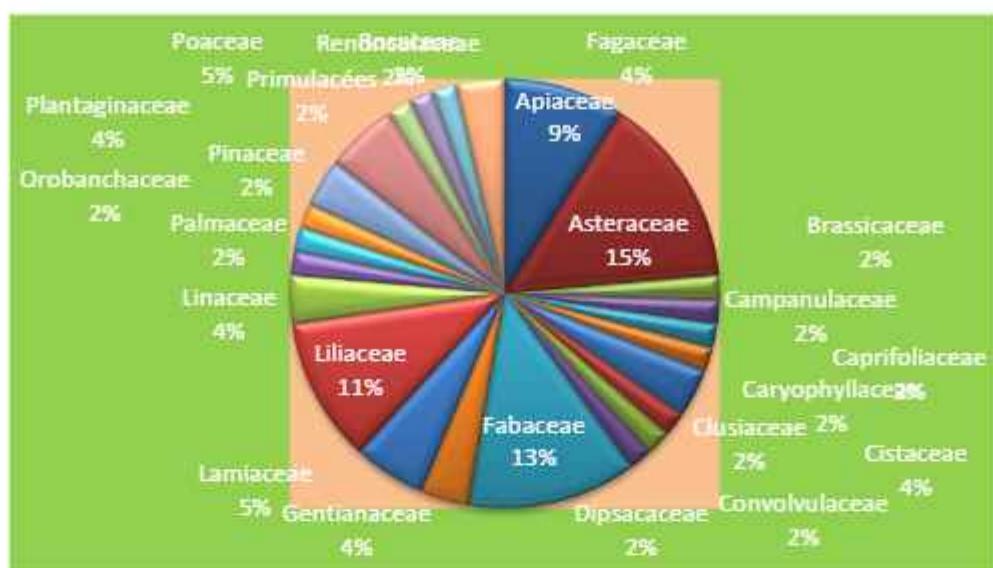


Figure 69: Distribution des familles dans la station témoin

La station témoin renferme une distribution des familles botaniques en mettant en évidence les Astéracées avec 15 % ,Fabacées 13%, Liliacées 11% , Apiacées 9%, Poacées 6% ,fagacées seulement 4% représentée principalement par le *Quercus ilex* et *Quercus suber*(Figure 79)

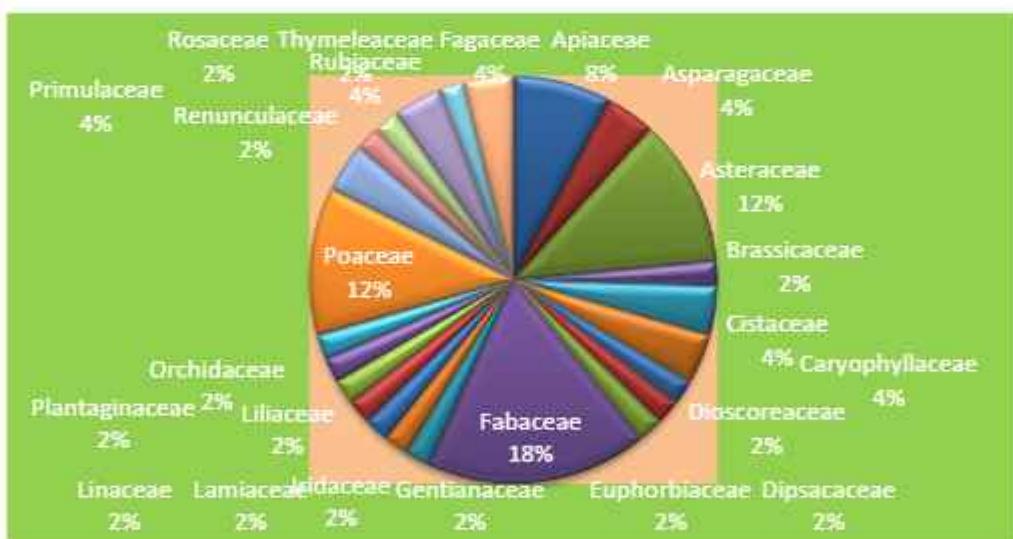


Figure 70: Distribution des familles dans la station post-incendie

La station post-incendie renferme une distribution des familles botaniques en mettant en évidence les Fabacées avec 18%, Asteracées avec 12%, Apiaçées 8%, Poacées 12%,les fagacées avec seulement 4% représentée principalement par le *Quercus ilex* et *Quercus suber*. (Figure 80)

Conclusion

Les successions végétales dans la forêt de Zariffet ont un aspect de « brousse tigrée » et sont caractérisées par la dominance des espèces ayant une stratégie adaptative basée sur la résilience et sur les réactions physiologiques des taxons. Dans notre cas les espèces à rejet de souches tel que *Quercus ilex*, *Pistacia lentiscus*, *Chamaerops humilis*, *Cistus sp*, *Calycotome*, *Ampelodesma mauritanica*, *Daphne gnidium*, *Crataegus oxyacantha*, *Rosa canina* et les bulbeuses tel que *Drimia maritima*, *Romulea bulbocodium* ont une rapidité dans l'occupation des espaces après l'incendie. La réponse fonctionnelle de ces espèces aux traumatismes est très significative après 8 mois du départ du feu et ont tendance à occuper plus d'espaces ; cet ensemble représente 39% de la totalité des espèces recensées. 3 ans après le passage du feu on retrouve les espèces dans un état plus mature et nous assistons à un rétablissement de la diversité floristique dans laquelle 91% des espèces ont été recensées.

L'envahissement du milieu par les espèces pionnières est dû essentiellement au pouvoir de régénération par rejet de souche et au stock de graines dormantes dans le sol, dont la germination est rapidement déclenchée au printemps suivant le traumatisme.

Conclusion générale
&
Perspectives

Conclusion générale et perspectives

Malgré les incessantes agressions que subie la végétation des Monts de Tlemcen (dévorée par les incendies ou grignotée par le défrichement, le surpâturage et l'exploitation du bois à usage domestique), cette dernière offre encore par endroits un développement appréciable des écosystèmes, qui restent en plus très singulièrement diversifiés.

Sur le plan bioclimatique, on a constaté suite à la comparaison des résultats des deux périodes (ancienne et nouvelle), de nettes modifications dues à une péjoration du climat. En effet, sur le climagramme pluviothermique d'Emberger, le déplacement des stations vers des ambiances plus sèches est très significatif, et la prolifération d'espèces asylvatiques épineuses et /ou toxiques dans notre région en est la preuve, c'est le cas notamment du *Chamaerops humilis* subsp *argentea*, *Pallenis spinosa*, *Calycotome intermedia*, *Urginea maritima*, *Daphne gnidium*, *Eryngium tricuspidatum*, etc.

Les « conditions édaphiques » dans lesquelles évoluent ces formations végétales, sont très intéressantes à connaître, dans la mesure où elles nous dévoilent l'exigence et le type de croissance de ces dernières.

La disparition des forêts entraîne une baisse importante de l'activité biologique et de la fertilité des sols. Néanmoins la régénération des différents taxons de la zone d'étude montre une compétitivité phénologique intéressante. D'après les mesures effectuées nous constatons une reprise rapide en faveur de *Q. suber* par rapport au *Q. ilex* d'un côté et cela après trois de suivi sur terrain, et aussi une dynamique à aspect « tigré » dans l'ensemble des formations végétales de la zone d'étude. Il faut noter que les chamaephytes et les géophytes ont une part très intéressante dans la succession végétale de la forêt de Zariffet.

Les différents résultats obtenus dans le cadre de cette investigation sont très intéressants et montrent le rôle du genre *Quercus* dans la conservation des ressources naturelles. Néanmoins une étude de la faune liée à cette espèce mérite d'être engagée.

Perspectives

Devant la gravité de la situation écologique des forêts des Monts de Tlemcen, la nécessité d'un plan d'action de conservation et préservation de la biodiversité s'impose avec force afin de juguler la dégradation que subissent les ressources biologiques. Cette action devra regrouper l'ensemble des utilisateurs y compris la société civile.

L'impact des différentes activités humaines va souvent à l'encontre de la préservation de cette biodiversité et d'une gestion rationnelle des ressources naturelles. Les orientations proposées pour l'utilisation durable de la biodiversité et de la faire un outil de développement socio-économique privilégié sont les suivantes :

- ❖ Connaitre la biodiversité sur le plan physiologique et écologique pour mieux la protéger ; et mieux l'utiliser à des fins de développement socio-économique durable.
- ❖ Connaitre les espèces pyrophytes,
- ❖ Procéder à un ensemencement par voie assister afin de redéployer les espèces à intérêt socio-économique et sociétale.
- ❖ Penser à utiliser des corridors en espèce succulentes dont le but sera de limiter la propagation des feux.
- ❖ Sensibiliser, éduquer et intéresser les populations pour une meilleure approche participative : il est actuellement communément admis que rien ne peut se faire dans le domaine de la préservation des ressources naturelles et dans l'exploitation durable de ces ressources sans la participation, l'intégration et l'appui des populations locales.

Références bibliographiques

Références bibliographies

- ❖ AHLGREN, C.E., 1960. Some effects of fire on reproduction and growth of vegetation in northeastern Minnesota. *Ecology*, 41 (1) : 431-445.
- ❖ AIME S. 1991 - Etude écologique de la transition entre les bioclimats subhumides, semi-arides et arides dans l'étage thermo-méditerranéen du tell Oranais (Algérie Nord Occidentale). Thèse doct. Ès sc. Uni. Aix-Marseille III 190p.
- ❖ AINAD-TABET M., 1996 - Analyse éco-floristique des grandes structures de végétation dans les Monts de Tlemcen (Approche phyto-écologique). Thèse de Magistère. Univ. Tlemcen.
- ❖ ALACRARZ C., 1982 - La végétation de l'Ouest Algérien. Thèse d'Etat, Univ. Perpignan, 415 p. et annexes
- ❖ ALARD D., POUDEVIGNE J., DUTOIT T., & DECAENS T., 1998 - Dynamique de la biodiversité dans un espace en mutation: le cas des pelouses calcicoles dans la basse vallée de la Seine. *Acta Oecologica*, 19 : 257-284.
- ❖ ALCARAZ C., 1969 - «Etude géobotanique du Tell Oranais» Thèse Doct. Montpellier, 183 p. (Ann.: 24 tabl., 9 cartes, 6 gr.).
- ❖ Alexander M.E., 1982 Calculating and interpreting forest fire intensities. Canadian Journal of Botany-Revue Canadienne de Botanique 60, 349-357.
- ❖ ALEXANDRIAN D., 1997 Etat des méthodes de caractérisation des incendies dans "Convention INRA-DERF 61.21.14/97", pp. 19-29.
- ❖ ALEXANDRIAN, D. 1982 -Estimation de l'inflammabilité et de la combustibilité de la végétation, bulletin d'information du CEMEGREF N° 228, 31-39 p.
- ❖ AMANDIER, 2011. La suberaie des Maures : passé, présent, avenir, Présentation, CRPF-PACA, 37 p.
- ❖ AMANDIER, L. (2004) Le comportement du Chêne-liège après l'incendie conséquences sur la régénération naturelle des suberaies. Actes du colloque-VIVexpo 2004: Le chêne-liège face au feu, 1-18.
- ❖ ANGOT A. 1881 - Etude sur le climat de l'Algérie (température, pression barométrique et pluie). Ann. Bull Cent. Météo Paris B7-36.
- ❖ ANN. géogr.355 : 193-220.

- ❖ AOUADJ, S.A., NASRALLAH, Y. and HASNOUI, O. 2020. Ecological characterization and evaluation of the floristic potential of the forest of Doui Thabet (Saida Western Algeria) in the context of the restoration. *Eco. Env.&Cons.* 2020, 26 (1). 266-278.
- ❖ ARNAUD M. Th., 1984. Première approche de la dynamique des groupements à châtaignier (*Castanea sativa* Mill.) en région méditerranéenne : proposition d'une méthode d'étude. *Écol. médit.* X (3-4) :105-118.
- ❖ AUBERT G., 1978 - Méthodes d'analyses des sols. Centre national de documentation pedologique . 191p. Marseille France.
- ❖ BAGNOULS F. & GAUSSEN H., 1957 - Les climats biologiques et leur classification.

- ❖ BARIANTOS FRENANDEZ, F. 1973 - Les problèmes de la conservation de la nature et de l'aménagement du milieu naturel en Espagne. *Naturope*, 15, p. 8-12.
- ❖ Bekdouche F ,2010. Evolution après feu de l'écosystème suberaie de Kabylie (nord algérien) Pp 138.thèse de doctorat.
- ❖ BELGHERBI, B. & BENABDELI, K. 2015- Quelle stratégie pour la préservation de *Quercus Suber* (Chêne liège) en Algérie occidentale Télliène ? *Geo-Eco-Trop.*, 39, 1 : 87-100
- ❖ BELGHERBI, B. and BENABDELI, K., 2015. Quelle stratégie pour la préservation de *Quercus Suber* (Chêne liège) en Algérie occidentale Tellienne ? *Geo-Eco-Trop.*, 39 (1) : 87-100.
- ❖ BENABADJI N. & BOUAZZA M., 1995 - Contribution à la recherche des groupements à *Artemisia herba-alba* au Sud de Sebdou. *Revue des régions arides* n°8 (1/95) Tunisie, pp. 41-56.
- ❖ BENABADJI N. 1995- Etude phytoécologique des steppes à *Artemisia herba-alba* Asso et à *Salsola vermiculata* L. au sud de Sebdou (Oranie – Algérie). Thèse doct. ès science. Uni Tlemcen. 280p.
- ❖ BENABADJI N., 1991 - Etude phyto-écologique de la steppe à *Artemisia herba-alba* Asso au Sud de Sebdou (Oranie, Algérie). Thèse Doctorat, Univ. Sci. Et Tech. St Jérôme Aix-Marseille, 119 p.
- ❖ BENABDELLI K., 1983 - Mise au point d'une méthodologie d'appréciation de la pression anthrozoogène sur la végétation de la région de Telagh (Algérie). Thèse de Spécialité Ecologie Fac. Sci. et Techn. St Jérôme. Marseille. P. 185.
- ❖ BENABDJ N.& BOUAZZA M. 2000 - Contribution à une étude bioclimatique de la steppe à *Artemisia herba-alba* Asso. dans l'Oranie (Algérie occidentale). *Revue Sécheresse* ; 11(2) :117-123.
- ❖ BENABID A. 1984 - Etude phytoécologique des peuplements forestiers et pré-forestiers du Rif Centro-occidental (Maroc) *Trav. Inst. Scie. Sér. Bot.* N° 34 ; 85 p.
- ❖ BENDERADJI, M. H., ALATOU, D., ARFA, A., 2004. Bilan des incendies de forêts dans le Nord-Est algérien : Cas de Skikda, Annaba et El Tarf période 1990-2000. *Forêt méditerranéenne*. XXV, 3 (1) : 211-217.
- ❖ BENESE M. 1985- Evolution de la plateforme de l'ouest algérien et du Nord-est marocain au cours du jurassique supérieur et au début du crétacé : stratigraphie , milieu de dépôt et dynamique de sédimentation; Thèse doct. Lab. Géol. N° 59. Univ. Claude Bernard, Lyon 367 p.
- ❖ BENAISSE H.2020- Diagnostic Phytoécologique du Parc National de Tlemcen et Développement Durable ,thèse doctorat .Univ de Tlemcen Algérie ,207p.
- ❖ BLONDEL J. 1975- Biogéographie. Approche écologique et évolutive. Masson , Paris: 297 p.
- ❖ BONNET V., 2001 -Analyse spatiale et fonctionnelle de la repense des communautés Végétales après incendie en Basse Provence calcaire. Thèse Doct. de l'université de Droit, d'Economie et des sciences d'Aix Marseille.
- ❖ BOUAZZA M. et BENABADJI N. 2010- Changements climatiques et menaces sur la végétation en Algérie occidentale. Changements climatiques et biodiversité. Vuibert-APAS.Paris, 101-110 p.

- ❖ BOUAZZA M., 1991 - Etude phyto-écologique de la steppe à *Stipa tenacissima* au Sud de Sebdou (Oranie, Algérie). Thèse Doctorat, Univ. Aix-Marseille, pp. 119 p.
- ❖ BOUAZZA M., 1995 - Etude phyto-écologique des steppes à *Stipa tenacissima L.* et à *Lygeum spartum L.*, au Sud de Sebdou (Oranie, Algérie). Thèse de Doctorat ès-Sci. Spéc. Biologie des Organismes et Populations. Univ. Tlemcen. 275p.
- ❖ BOUAZZA M., BENABADJI N., LOISEL R. & METGE G., 2004 – Evolution de la végétation steppique dans le sud-ouest de l'Oranie (Algérie). Ecologia mediterranea, t. 30 , fasc. 2, 219 – 231.
- ❖ BOUAZZA N.; CHERIFI K., BABALI B. ET BOUAZZA M.- 2020- Bibliographical note on the syntaxonomy of the vegetation of Tlemcen, Hafir, Moutas and its reserve (North western Algeria) Bangladesch J. Plant Taxon 27(2): 345-358 pp
- ❖ BOUBAKR SAIDI, ALI LATRÈCHE, ZOHEIR MEHDADI, ZAHRA HAKEMI, AMAR BOUKER : Post-disturbance (post-fire or post-overgrazing) dynamics of plant communities in the Tessala mounts, western Algeria – ecologia mediterranea – Vol. 42 (2) – 2016 – 41-49 pp
- ❖ BOUDY P., 1950 - Economie forestière nord-africaine II : Monographie et traitement des essences forestières. Paris. Larose, 887 p.
- ❖ BOUDY P., 1952 – Guides du forestier en Afrique du Nord. La maison rustique, Paris, XI et 505 p.
- ❖ BOUHRAOUA, R.T ; PIAZZETTA R., ET BERRIAH A. 2014-Les reboisements en chêne-liège en Algérie, entre contraintes écologiques et exigences techniques – Journées techniques du liège - *forêt méditerranéenne* t. XXXV, n° 2, 171-176
- ❖ BOUHRAOUA, R.T., 2003. Situation sanitaire de quelques forêts de chêne liège de l'ouest Algérien, Etude particulière des problèmes posés par insectes. Thèse. Doc. Etat, Dép. Forst., Fac., Sci., Univ. Tlemcen. 267p.
- ❖ BOUHRAOUA, R.T., PIAZZETTA, R. AND BERRIAH, A., 2014.Les reboisements en chêne-liège en Algérie, entre contraintes écologiques et exigences techniques. Journées techniques du liège. *Forêt méditerranéenne*. XXXV (2) : 171-176.
- ❖ BOUHRAOUA R.T.,2003-Situation sanitaire de quelques forêts de chêne liège de l'ouest Algérien, Etude particulière des problèmes posés par insectes. Thèse. Doc. Etat, Dép. Forst., Fac., Sci., Univ. Tlemcen. 267p
- ❖ BRAUN-BLANQUET J., 1932. Plant sociology, the study of plant communities. New York, Mc Graw-Hill Book Company, 439 p.
- ❖ BRICHETAUX J., 1954 - Esquisse pédologique de la région de Tlemcen-Terni. Publ., in Annales de l'Institut Agricole et des Services de Recherches et d'Expérimentations Agricoles de l'Algérie.
- ❖ BROWN A.A. et Davis K.P., 1973a Combustion of forest fuels dans "Forest Fire: Control and Use", pp. 155-182. McGraw-Hill Book Company, New York.
- ❖ C.F.T., 2008. Bilan exposition du liège dans la forêt de Zariffet. circonscription de Tlemcen. I p.

- ❖ CLAMPIN-CABARET, M.JAPPIOT, N.ALIBERT&R.MANLAY – 2003- Une échelle d'intensité pour le phénomène Incendie de forêts ; SIRNAT – JPRN Orléans ; 1-10 p ;
- ❖ CARLETON, T.J. AND MAYCOCK, P.J., 1980. Vegetation of the boreal forests south of James Bay: non-centered component analysis of the vascular flora. *Ecology*, 61(1) : 1199-1212.
- ❖ CLEMENTS, F.E., 1963. Plant succession and indicators: A definitive edition of plant succession and indicators. Hafner Press. New-York.453 p.
- ❖ COLIN, P-Y, JAPPIOT, M. et MARIEL, A. 2001 - Protection des forêts contre les incendies. Fiches techniques pour les pays du bassin méditerranéen, Rome, Italie , 149 p.
- ❖ CONNELL, J.H. AND SLATYER, R.O., 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *Am. Nat.*, 11 (1) : 1119-1144.
- ❖ D.G.F., 2004. Chêne liège. Notices sur les forêts domaniales de l'Algérie. Alger. Giralt.39 p.
- ❖ DAGET P., 1977 – Le bioclimat méditerranéen : analyse des formes climatiques par le système d'Emberger. *Vegetatio* , 34, pp : 87-103.
- ❖ DAHMANI M., 1984 - Contribution à l'étude des groupements à *Quercus ilex* des Monts de Tlemcen ; Thèse de Doctorat de 3ème Cycle en Bio. Vég., Ecologie, 238 p. + annexes.
- ❖ DAHMANI M., 1989 - Les groupements végétaux des Monts de Tlemcen (Ouest algérien), syntaxonomique et phyto-dynamique. *Biocénose* 1, 3, 28-69.
- ❖ DAHMANI M., 1996 - Groupements à chêne vert et étages de végétation en Algérie. *Ecologia Mediterranea*, XXII (3/4) : 39-52.
- ❖ DEBUSSCHE M, ESCARRÉ J., LE PART J., HOUSSARD C. & LAVOREL S., 1996. Changes in Mediterranean plant succession: Old fields revisited. *Journal of Vegetation Science*, 7: 519-526.
- ❖ DELABRAZE P. (1985) – Bases biologiques et physiques de la prévention des incendies de
- ❖ DELCROS, P. 1994 - Ecologie du paysage et dynamique post-culturelle en zone de montagne. 64-Etudes du CEMEGREF, Série Gestion des territoires, 13, Grenoble 334p.
- ❖ DOBIGNARD A. ET CHATELAIN C ,2010. Index synonymique et bibliographique de la flore d'Afrique du Nord. In Base de données des plantes à fleurs d'Afrique. Conservatoire et jardin Botaniques de la ville de Genève/South African National Biodiversity Institute,
- ❖ DOBIGNARD A. ET CHATELAIN C. 2013_Index synonymique de la flore d'Afrique du nord.Vol 4 :431 p Dicotyledonea,Fabacea , Nymphaeae ,bibliographie,addenda
- ❖ EGLER, F.E., 1954. Vegetation science concepts :Initial floristic composition, a factor in old field vegetation development. *Vegetation*, 4 (1) : 412-417.
- ❖ EL HAMROUNI A., 1992 - Végétation forestière et pré-forestière de la Tunisie. Typologie et éléments pour la gestion. Thèse de Doct. Es-Sci. Fac. Sci. et Tech. de St Jérôme, Université de Droit, d'Economie et des Sciences d'Aix-Marseille III. 220 p. + annexes
- ❖ EL HAMROUNI A., 1978 - Etude phyto-écologique et problèmes d'utilisation de l'aménagement dans les forêts de Pin d'Alep de la région de Kassarine (Tunisie centrale) .Thèse Doct.-Ing. Univ. Aix-Marseille III. 106 p.

- ❖ ELLENBERG L. & MUELLER-DEMBOIS D., 1967. A keytpRaunkiaer plant life forms with revised subdivisions. BerichteGeobot. Inst. Rübel ,37: 56-73.
- ❖ EMBERGER L. 1942. Un projet d'une classification des climats du point de vue phytogéographique. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, 77, 97-124.
- ❖ EMBERGER L. 1955. Une classification biogéographique des climats. Trav. Lab. Bot. Zool. Fac. Sc. Serv. Bot. Montpellier. 7 : 3-43.
- ❖ EMBERGER L., 1930. Sur une formule climatique applicable en géographie botanique. C.R. Académie des sciences: 389-390.
- ❖ FELLER M.C., 1996 The influence of fire severity, not fire intensity, on understory vegetation biomass in British Columbia, 13th Conference on Fire and Meteorology, Lorne, Australia, 27-31/10/1996.
- ❖ FLINN, M.A. and Pringle, J.K., 1983. Heat tolerance of rhizomes of several understory species. *Can. J. Bot.*, 61 (1) : 452-457.
- ❖ FORÊTS. C.N.R.S. Edit Piren, 1-16p.
- ❖ GLEASON, H. A., 1917. The individualistic concept of the plant association. *Bull of the TorreyBotanical Club*, 53 (1) : 7 – 26.
- ❖ GOMEZ-CAMPO C.-Plant conservation in the Mediterranean area /Dr W. Junk Publishers, Dordrecht, Boston&Lancester:9-24.
- ❖ GUINOCHE M. , 1973 - Phytosociologie et systématique. In : Taxonomy and Eeology. The Systematics Association, 5, : 121-40. Académie Press, New-York
- ❖ HACHEMI ,N., HASNAOUI ,O., BENMEHDII.,MEDJATI ,N., BOUAZZA ,M. – 2012 Contribution à l'étude de la thérophytisation des matorrals des versants sud des monts de Tlemcen (Algérie occidentale)-Universidad de Alicante. Departamentode Ecología – 158-180 pp.
- ❖ HADJADJ AOUAL S., 1988 - Analyse phyto-écologique du Thuya de Barbarie (*Tetraclinis articulata* Vahl, Master) en Oranie. Thèse de Magistère. Univ. d'Oran. pp. 131-150 + annexes.
- ❖ HADJADJ AOUAL S., 1991 - Les peuplements de *Tetraclinisarticulata* sur le littoral d'Oran (Algérie). *EcologiaMediterranea* XVII. pp. 63-76.
- ❖ HASNAOUI, A .2010- Étude de l'évolution post-incendie des formations végétales dans le Parc national de Tlemcen (Forêt de Zarifet).mémoire de master . Univ. Tlemcen, Algérie, 106p.
- ❖ HASNAOUI O., BOUAZZA M. & THINON M. 2006 - Contribution à l'étude de la régénération du *Chamaerops humilis* var. André dans les zones arides et semi-arides de la région de Tlemcen (Algérie occidentale). *Bull. Soc. linn. Provence*, t, 57 , 27-31
- ❖ HASNAOUI, O., 2008. Contribution à l'étude des Chamaeropées dans la région de Tlemcen, Aspects botanique et cartographiques. Thèse doct. Univ. Tlemcen, Algérie, 210 p.
- ❖ KADIK B ,1987 - Contribution à l'étude du Pin d'alep (*pinushalepensis*) en Algerie. Ecologie, Dendrometrie, Morphologie. O.P.U. Alger.
- ❖ KUHNHOLTZ-LORDAT, G. 1938 - La terre incendiée. MaisonCarrée, Nîmes, 361 p.

- ❖ LAVOREL S, FLANNIGAN MD, LAMBINEF , SCHOLES MC (2006) Vulnerability of land systems to fire: interactions among humans, climate, the atmosphere, and ecosystems. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 12, 33–53.
- ❖ LE FLOC'H, E. ; BOULOS, L. ET VELA E, 2010. Catalogue synonymique commenté de la Flore de Tunisie, 504 p.
- ❖ LE HOUEROU H.N- 1980- L'impact de l'homme et ses animaux sur la forêt méditerranéenne - Forêt Méditerranéenne, Tome II, n°1, 31-44 pp
- ❖ LE HOUEROU, H. N., 1980. L'impact de l'homme et ses animaux sur la forêt méditerranéenne - Forêt Méditerranéenne, Tome II, n°1, 31-44 pp.
- ❖ LEFEUVRE J.C. & BARNAUD G. 1998 - Ecologie du paysage : mythe ou réalité. Bull. d'écologie, 9 : 493-522.
- ❖ LEPORT, J. and ESCARRE, J., 1983. La succession végétale, mécanismes et modèles : analyse bibliographique. *Bull. Ecol.*, 14 (1) : 133 – 178.
- ❖ LETREUCH-BELAROUCI, A., 2009. Caractérisations structurale des subéraies du parc national de Tlemcen, régénération naturelle et gestion durable. Thèse de doctorat en sciences, Université de Tlemcen, 224 p. + Annexes
- ❖ MARION, J., 1956. Contribution à l'étude de la régénération du chêne-liège par rejets de souches. *Ann. Rech. For. Maroc*, 4 (1) :25-62.
- ❖ MÉDAIL F. & QUÉZEL P., 1996 - Signification climatique et phyto-écologique de la redécouverte en France méditerranéenne de Chamaerops humilis L (Palmae) C.R.Acad. Sci. Paris Sciences de la vie/Life sciences, Écologie/Ecology, 319: 139-45.
- ❖ MEDAIL F. & QUEZEL P., 1999 - Biodiversityhotspots in the Mediterranean basin: Setting global conservation priorities. *Conservation Biol.*, 13 (6): 1510-1513.
- ❖ MEDDOUR R., 1992. Régénération naturelle de Cedrusatlantica (Man.) et de divers pins après incendie dans l'arboretum de Meurdja (Algérie). *Forêt Méditerranéenne*, XIII (4) : 275-287.
- ❖ MÉDJATI, N., HASNAOUI, O. and BOUAZZA, M., 2013. Functional response post-fire of *Chamaerops humilis* L. (Arecaceae). *Agricultural journal*, 8 (1) : 32-36.
- ❖ MISSOUMI, A., MEDERBEL, K. and BENABDELLI, K., 2002. Apport des systèmes d'information géographiques dans la préservation et la lutte contre les incendies de forêt : exemple de la forêt domaniale de Kounteidat (Algérie). *Forêt Méditerranéenne*, 13 (1) : 11-22.
- ❖ MONIER, Y. 1968 - Les effets des feux de brousse sur une savane pré-forestière de Côte d'Ivoire. Thèse 3 iemecycle ; étudesé burnéennes. Abidjan 260 p.
- ❖ NOY-MEIR I., 1995. Interative effects of fire and grazing on structure and diversity of mediterranean grass- lands. *Journal of Vegetation Science*. 6: 701-710.
- ❖ OUADAH, N., KADIK, L., BENDJEDDA, N. and KAABÈCHE, M., 2016. Impact du feu sur la stratégie de régénération d'espèces végétales forestières méditerranéennes. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, 71 (4) : 356-366.

- ❖ PINAL, J., TERRADAS, J. and LORET, L., 1998. Climate Warming, Wildfire Hazard, and Wildfire Occurrence in Coastal Eastern Spain-Climate Change. *Ecology*, 38 (1): 345-357.
- ❖ POMEL, S. 1992 - Les étapes et les types de domestication des paysages en Afrique de l'ouest : Déforestation et feux de brousse, pâturage et pastoralisme, agriculture et arboriculture ; origine des poussières, métallurgie et énergie, savanes anthropogènes, sahara. Séance poster. In Environnement 2000, Colloque Franco- Allemand, Aix la Chapelle.
- ❖ QUEZEL P. & BARBERO M., 1986 - Aperçu syntaxonomique sur la connaissance actuelle de la classe des Quercetea ilicis au Maroc. *Ecologia Mediterranea*, XI (3/4) 105-111.
- ❖ QUEZEL P. & SANTA S., 1962-1963 - Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales. 2vol. Paris. C.N.R.S. 1170 p.
- ❖ QUEZEL P., 2000 - Réflexion sur l'évaluation de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. Ibis press, Paris (FR) : 117p.
- ❖ QUEZEL P., 1995 - La flore du bassin Méditerranéen, Origine, mise en place, endémisme. *Ecologia mediterranea*, 21 (I-2) : 19-39.
- ❖ QUEZEL P., BARBERO M., BENABID A. & RIVAS-MARTINEZ S., 1992 - Contribution à l'étude des groupements forestiers et pré-forestiers du Maroc oriental. *Rev. Studia Botanica* 10; pp. 57 - 90.
- ❖ RAMEAU, J.E., Mansion, D. and Dume, G., 1989. Flore forestière française. Guide écologique illustré. Plaines et collines. Institut pour le développement forestier, Paris. 150 p.
- ❖ RAUNKIAER, C. 1905 - Types biologiques pour la géographie botanique. Kgl. Danske Vidensraberne Selskabs For handlinger, XX, 3-8.
- ❖ SAUVAGE Ch., 1963 - Etages bioclimatiques. Atlas du Maroc. Notices applicatives. Physio-duglob. etmétéor. n° 6 b, 31 p.
- ❖ SEIGUE, A. 1985 - La forêt circumméditerranéen et ses problèmes, Paris, France. Ed. Maisonneuve & Larose, 502 p.
- ❖ SELTZER P. 1946 - Le climat de l'Algérie. Alger. Carbonel. 212p.
- ❖ TATONI TH. & ROCHE PH., 1994. Comparison of old-field and forest revegetation dynamics in Provence. *Journal of Vegetation Science*, 5: 295-302.
- ❖ TOMASSELLI R., 1976 - La dégradation du maquis méditerranéen. Forêts et maquis méditerranéen: Ecologie, conservation et aménagement. Notes Techniques du Mab. 2,35-76p.
- ❖ TRABAUD L., 1993. Reconstitution après incendie de communautés ligneuses des Alberes (Pyrénées Orientales françaises). *Vie & Milieu*, 43 (1) : 43-51.
- ❖ TRABAUD, L 1970 - Quelques valeurs et observation sur la phyto-dynamique des surfaces Incendiées dans le Bac Languedoc (premiers résultats). *Naturalia monspeliaca* 21 ; 231-242p.
- ❖ TRABAUD, L., 1989 - Les feux de forêts, France sélection, 280 p.
- ❖ TRABUT C.L., 1887 - D'Oran à Méchheria. Notes botanique et catalogue des plantes remarquables. Alger. Jourdan.P. 36.
- ❖ TURNER et al (1994) – Landscape dynamics in grown fire ecosystem. *Landscape Ecology*, 9(1) :61-84p.
- ❖ VALEZ R. 1990a – Les incendies de forêts dans la région méditerranéenne : panorama régional- *Unasylva* 162, vol.41, 3-9 pp

- ❖ VALEZ, R., 1990a. Les incendies de forêts dans la région méditerranéenne : panorama régional.*Unasylva*162 (41) : 3-9.
- ❖ VELA E. 2002 - Biodiversité des milieux ouverts en région Méditerranéenne. Le cas de la végétation des pelouses sèches du Luberon (Provence Calcaire). Thèse doct. Univ. Droit, d'Economie et des Scie. Aix Marseille.306p.
- ❖ ZERAIA L., 1981 - Essai d'interprétation comparative des données écologiques, phénologiques et de production subero-ligneuse dans les forêts de chêne-liège de Provence cristalline (France méridionale) et d'Algérie. Thèse Doct. Univ. Aix-Marseille.
- ❖ ZERAÏA L., 1982. Le chêne liège : phytosociologie, édaphologie, régénération et productivité. INRF, 159 p.

Annexe

Bilan des incendies de la wilaya de Tlemcen (CFT, 2014)

Année	Nombre d'incendies	Superficie incendiée
1970	43	2545
1971	6	32
1972	17	655
1973	41	1354
1974	31	1006
1975	32	772
1976	14	704
1977	112	5835
1978	63	6300
1979	38	592
1980	27	1430
1981	39	776
1982	46	357
1983	25	220
1984	30	265
1985	23	207
1986	25	334
1987	51	1027
1988	28	267,5
1989	6	35
1990	5	9
1991	22	97,5
1992	66	327,5
1993	45	182
1994	91	19500
1995	49	1127
1996	34	1087
1997	10	51
1998	91	4296
1999	5	19
2000	16	91,5
2001	29	1725
2002	28	1220
2003	40	1550
2004	74	14662
2005	39	1876
2006	30	667,9
2007	14	756
2008	23	119,3
2009	61	596
2010	58	1320,5
2011	46	469,7
2012	63	1127,1
2013	74	346,2
2014	90	1301,2

Annexe

Comparaison des images satellitaires au cours des trois années d'étude (2017-2018-2019) :



Evolution de la végétation par image satellitaires (2009-2013-2015)



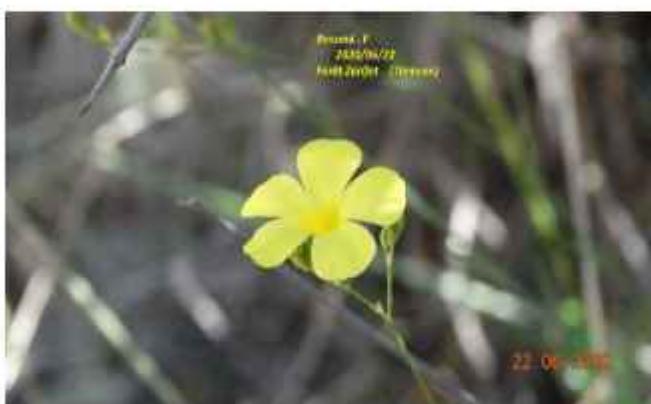
Evolution de la végétation par image satellitaires (2016 avant, après incendie et 2017)



Evolution de la végétation par image satellitaires (2018-2019-2020)

Diversité floristique du site d'étude post-incendie et témoin au niveau de la forêt de Zariffet





Mesures dendrométriques



Paysages post-incendie au niveau de la forêt de zariffet





a/Après incendie du 16-10-2016



b/Incendie du 24-10-2016





30/06/2016



28/07/2016

Régénération du *Quercus ilex* au niveau du site d'étude



Annexe

ann/comu	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	total
b,mester	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	2	0	2.5	1.5	2	30
a,tellout	7837	0	0	28	20	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	7898
o,lakhdar	25	0	250	0	20	0	0	0	0	4	25	0	30	0	0	0	3	0	0	3	2	362
a,fezza	252.4	73	0	0	70	0	3	0	5	1	248	86	11.3	11	10	8.5	305	34.2	44.1	39	72	1273.45
o,mimoun	21	6	130	0	0	2	0	15	8	0	12	8	0	0	0	26	89.5	8	0	19.5	13.5	358.5
b,snous	3	80	10	5	1111	0	7.5	236	32	309	212	50	0	0	0	45	5	16	0	9.5	5	2136
azail	2	3	8	6.5	1557	5	0	0	6	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	1692.5
terny	205	0	0	0	13.5	0	0	2	0	0	55	0	0	0	13	0.52	0.5	3	0	0	10	302.52
sebdou	0	5	2	0	610	0	14	0	0	2	360	0	30.5	1	4	0.8	90	0	0	0	0	1119.3
s,mjahed	55	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6.5	87.5
b,boussaïd	27.4	0	0	0	0	0	5	50	0	17	166	85	2	7	10	0	17	2	3	1.5	0	392.9
b,bahdel	0	0	1	7	43	9	6.5	3	0	0	46	700	0	0	8	0	8	0	0	0	0	831.5
a,ghoraba	2460	0	0	1	0	0	0	0	0	122	700	0	150	0	0	4	0	75	0	3	3515.05	
b,smiel	515	119	140	0	80	0	5	790	600	310	8201	0	110	0	0	0	252	8	4.5	24.5	390	11548.5
	11403	286	542	47.5	3525	16	41	1096	651	643	9552	1629	184	169	45	102	776	71.2	126.6	102.5	539	

Bilan des incendies des monts de Tlemcen

Total= 31547.7HA

Annexe

ann/com	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	total
ghazaouet	62.6	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	7	0	0	50	0	0	0	0	121.6
souani	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	0	35	0	3.5	1.5	15.9	0	26.4
djbala	7	0	0	0	0	0	0	6	0	75	0	80	5	0	0	23	0	4	18.5	58	84.5	356
b.assa	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	13	0	22
d.yaghom	235	0	0.65	0	0	0	0	5	1.5	0	0	12	8	0	19.5	9	8	2	35	4	13.5	353.15
souahlia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	5	32	1	70.5	0	2.5	114
msirda foua	17	0	0	0	0	0	0	0	0	223	6	1	0	3	0	39	149	4	6	9.2		456.7
s.tleta	35	0	0	0	0	0	0	0	0	150	30	0	20	0	1	1	0	0	0	0	0	237
b.ouarsous	325	581	60	0	15	0	0	27	0	22	45	90	0	0	3	23	7	12	46.5	4	84	1317.5
m,bmhidi	2	0	0	1.5	0	0	0	0	7	0	5	11	12	0	0	0	17	8.5	3	1.5	0	68.5
Nedroma	182	12	10.2	0	1.8	0	4	189	0	41	0	0	0	500	0	0	17.5	0	12	8	57.8	1035.3
honaine	38.5	1	100	0	0	0	0	0	6	17	50	80	5.5	0	0	0	0	7.5	220	0	51	576.5
tient	3.25	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	5	0	0	5	0	1.5	0	0	0	15	31.25
b.khalled	0	0	50	0	3	0	0	0	0	0	2.5	0	0	1	0	4	0	0	9	1	14	84.5
a.kebira	14	26.5	32.5	0	0	0	0	20	0	3	0	80	1	0	0	0	3	0	115	2.5	70	367.5

Bilan des incendies des monts des Traras

Total=5167.9Ha

Annexe

Placette N°01 Superficie 100 m2 Chêne vert

N°	Hauteur des brins
1	60CM
2	41CM
3	21CM
4	19CM
5	61CM
6	41CM
7	24CM
8	50CM
9	84CM
10	91CM
11	61CM
12	15CM

Placette N°02 Superficie 100m2 chêne liège

N°	Hauteur des brins
1	11CM
2	50CM
3	47CM
4	18CM
5	27CM
6	29CM
7	61CM
8	32CM
9	45CM

Placette N°03 Superficie 100m2 Chêne liège

N°	Hauteur des brins
1	60CV
2	49CM
3	39CM
4	35CM
5	22CM
6	41CM
7	40CM
8	39CM
9	64CM
10	42CM

Annexe

Placette N° 04 Superficie 100 m2 chêne vert

N°	Hauteur des brins
1	20CM
2	63CM
3	81CM
4	23CM
5	27CM
6	35CM
7	51CM
8	NON REGENERER
9	64CM
10	66CM
11	46CM

Placette N° 05 Superficie 100 m2 chêne liège

N°	Hauteur des brins
1	11CM
2	14CM
3	21CM
4	18CM
5	17CM
6	16CM
7	14CM
8	21CM
9	16CM

Résumé

Le facteur de dégradation le plus inquiétant des forêts est l'incendie qui bénéficie de conditions physiques et naturelles favorables à son éclosion et à sa propagation. L'Algérie, à l'instar des autres pays de la méditerranée, paye un lourd tribut. Il faut reconnaître que les incendies deviennent désastreux ces dernières décades. 30 000 hectares en moyenne sont brûlés annuellement menaçant l'équilibre écologique du pays.

Cette étude vise à cerner la dynamique post-incendie des espèces structurantes des forêts du parc national de Tlemcen (Ouest Algérien). C'est dans ce contexte que s'inscrit le présent travail. Ce dernier s'appuie sur des observations et un suivi des sites incendiés. L'objectif est de montrer concrètement la résilience de *Quercus suber* et *Quercus ilex*, espèces phares du parc national de Tlemcen, afin de développer une stratégie de conservation et dégager un modèle de succession après le passage d'un feu. Un protocole expérimental a été mis en place dans le but d'évaluer la régénération de la végétation.

Les mesures morpho-métriques post-incendie ont été réalisées durant trois années de suite (T1, T2 et T3) pendant la bonne période phénologique.

Les élongations observées oscillent entre 22,6 cm et 17,9 cm en première année ; de 46,16 cm à 36,5 cm pour la deuxième année et 95,2 cm à 67,3 cm en troisième année en faveur de *Quercus ilex*. Les analyses comparatives inter mensuelles et interannuelles révèlent que, dans les mêmes conditions stationnelles, *Quercus ilex* présente une adaptabilité aux feux mieux que *Quercus suber*. Les différentes mesures enregistrées présentent une élongation de 20,95 % en faveur de *Quercus ilex* en première année, 20,92 % en deuxième année et de 29,30 % en troisième à l'avantage de *l'ilex*. Une compétition pour la reconquête de l'espace incendié s'installe après les feux. Quant aux autres espèces on note une auto-succession dont les espèces chamaephytiques sont les plus favorisées.

Le suivi post-incendie des différents groupements de la zone d'étude nous a permis de dégager la compétitivité intra-spécifique des différentes espèces. Nous avons pu dégager la physionomie végétale trois ans après le feu. Une dynamique « tigrée » a été constatée où les espèces pyrophytées prennent le dessus c'est le cas d'*Ampelodesma mauritanica*, *Cistus albidus*, *Cistus monspeliensis*.

Mots clés : *Quercus suber*, *Quercus ilex*, incendie, régénération, dynamique, Parc national de Tlemcen

Abstract

The most worrying factor in forest degradation is fire, whose outbreak and spread is favored by physical and natural conditions. Algeria, like other Mediterranean countries, is paying a high cost. It must be recognized that forest fires have become disastrous in the last decades. An average of 30,000 hectares is destroyed every year, threatening the country's ecological balance. This study aims to identify the post-fire dynamics of forest structuring species in Tlemcen National Park (Western Algeria). This work is written in this context. It is based on observations as well as a monitoring of burned sites. The aim is to show concretely the resilience of cork Oak (*Quercus suber*) and holm Oak (*Quercus ilex*), the flagship species of Tlemcen National Park, in order to develop a conservation strategy and identify a succession model after a fire. An experimental protocol has been put in place to assess vegetation regeneration. Post-fire morphometric measurements were performed three years in a row (T1, T2 and T3) during the adequate phenological period. The observed elongations range from 22.6 cm to 17.9 cm in the first year; 46.16 cm to 36.5 cm in the second year and 95.2 cm to 67.3 cm in the third year in favour of holm Oak. Monthly and inter-year comparative analyses reveal that, under the same site conditions, holm Oak shows a better adaptability to fires than cork Oak. The various measures recorded show an elongation of 20.95% in favour of holm Oak in the first year, 20.92% in the second year and 29.30% in the third year in favour of the holm Oak. A competition for the recapture of the burnt space takes place after the fires. As for the other species, there is a self-succession where chamaephytic species are the most favoured.

Post-fire monitoring of the different groups in the study area enabled us to achieve the intra-specific competitiveness of the different ones. We were able to imagine the plant physiognomy three years after the fire. A "tiger" dynamic has been observed where pyrophyte species take the upper hand, such as *Ampelodesma mauritanica*, *Cistus albidus*, *Cistus monspeliensis* etc.

Key words: Cork Oak; holm Oak; fire; dynamic; Regeneration; Tlemcen National Park

ملخص
العامل الأكثر تأثيراً للائق في تدهور الغابات هو الحرائق، التي تستفيد من الطبيعة الفعلية والطبيعية المواتية لتفشيها وانتشارها.الجزائر، مثل دول البحر الأبيض المتوسط الأخرى ، تتفق تماماً على هذا. يجب الاعتراف بأن الحرائق أصبحت كارثية في العقود الأخيرة. يتم تهش 30000 هكتار في المتوسط سنوياً مما يهدد التوازن البيئي للبلاد. تهدف هذه الدراسة إلى التعرف على ديناميكيات ما بعد الحريق للأشجار المهيكلة لغابات منتزه تلمسان الوطني (غرب الجزائر). هذا هو السوق الذي يتطلب هذه المقالة. يعتمد هذا العمل على ملاحظات ورصد الواقع المترافق. اليهف هو إظهار مرونة *Quercus ilex* و *Quercus suber*، وهو السوق عن الرقيبان في منتزه تلمسان الوطني ، من أجل تطوير استراتيجية حفظها وتحديد نموذج الخلاعة بعد مرور حريق. تم وضع بروتوكول تجريبي لتقييم تجدد الغطاء النباتي.

تم إجراء المقابلات المتقطعة تنازلاً بين 22.6 سم و 17.9 سم في السنة الأولى؛ من 46.16 سم إلى 36.5 سم في السنة الثالثة و 95.2 سم إلى 67.3 سم في السنة الثالثة لصالح *Quercus ilex*.اكتشف التحليلات المقارنة بين التهيرية والستوية أنه ، في ظل ظروف المحيطة نفسها ، يظهر ظروف المحيطة نفسها ، يظهر *Quercus ilex* فرقة أفضل على التكيف مع الحرائق من *Quercus suber*. تظهر القراءات المختلفة المجلدة استطالة بنسبة 20.95٪ لصالح *Quercus ilex* في العام الأول ، و 20.92٪ في السنة الثالثة لصالح *Quercus ilex* في السنة الثالثة لصالح *Quercus ilex*. بدأ منافسة لاستعادة المساحة المحترقة بعد الحرائق. أما بالنسبة للأصناف الأخرى ، فينبع تحالف ذاتي يعبر الأنواع الشاماقيبة الأكثر تفضلاً.

يمكّن لنا مناقبة ما بعد الحريق للمجموعات المختلفة في منطقة الدراسة بتحديد القراءة التتفقية البارزة للمجموعات المختلفة. تمكننا من تحديد ماتمح النبات بعد ثلاث سنوات من الحريق. لوحظ وجود ديناميكية "النمر" حيث تتولى الأنواع البروفيتية ، مثل *Cistus monspeliensis* ، *Cistus albidus* ، *Ampelodesma amauritanica* ،

الكلمات المفتاحية: البلوط الفليني، البلوط أخضر، التدو، غابة زاريفت، جبال تلمسان