

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des sciences biologiques de l'environnement
Spécialité: Biodiversité et Sécurité Alimentaire



Réf :.....

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

Etat de la végétation de la pinède à *Pinus halepensis* du Parc National de Gouraya, deux années après incendie.

Présenté par :
Melle OUALI Soraya & Melle SEKHRI Samia
Soutenu le : **20 Juin 2018**

Devant le jury composé de :

Mr BOUADAM Saïd	MAA	Président
Mr BEKDOUCHE Farid	MCA	Encadreur
Mme KHERFALLAH Tassadit	MAA	Examineur
Mr DRIES Fatsah	Inspecteur des forêts	Invité

Année universitaire : 2017 / 2018

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

- *A mes parents qui ont su m'insuffler la volonté d'aller de l'avant.*
- *A mon mari et toute sa famille.*
- *A mes deux frères et surtout mon grand frère Elyes que peut être sans lui je ne serai pas la.*
- *A ma chère petite sœur Tina.*
- *A tout mes chères amies sans exception.*
- *A mon encadreur Mr Bekdouche Farid.*
- *A ma binôme Soraya et tout sa famille que j ai passée avec elle des Merveilleuse moments pendant la réalisation de se travaille*
- *A tous ceux qui m'ont soutenu de près ou de loi.*

SAMIA

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur compréhension et leur soutien tout au long de mes études.

Ma chère sœur Yasmina et mes frères Mouhoub, Youba et Salem pour leur soutien et encouragements

Mon petit neveu adoré koukou

Mr bouaichi qui ma soutenu et grâce a lui que j'ai trouvé la force d'avancer et de réaliser ce modeste travail

Mes chères copines Nadia, Rima, Mira, Lila, Nawal qui ont été toujours la pour m'aider et m'encourager durant tout cette période

Mon chère ami Yanis qui ne cesse pas de me motiver.

Mes copines de chambre Samia et Zahra

Ma binôme Samia et tout sa famille

Toute personne qui ma aidé de prés ou de loin pour réaliser ce travail

SORAYA

Remerciement

➤ *Aujourd'hui, à l'occasion onéreuse qui nous est offerte, on tient du profond du cœur à remercier le bon Dieu le tout puissant qui nous a donné la patience, la volonté et la capacité de réaliser ce modeste travail.*

➤ *Un grand remerciement à nos chers parents, notre source de réussite au quel on témoigne une profonde reconnaissance, ceux qui était avec nous à chaque pas.*

➤ *On tient à remercier particulièrement notre encadreur Mr Bekdouche auquel on exprime le plus grand des respects et la plus profonde des gratitudes pour ses orientations, son aide, sa patience et tout ses encouragements.*

➤ *Nous somme très honorés que Mr Bouadame Saïd de bien voulu porter son attention bienveillante à ce travail en acceptant de jury. Qu'il soit assurée de nos sincères remerciements.*

➤ *On exprime nos vifs remerciements à Mme Kherfallah Tassadit Maitre assistant à l'université de Bejaia qui a accepté de juger ce modeste travail.*

➤ *On tient à remercier Mr Dries Fatsah, notre encadreur du stage, pour sa patience, ses enseignements et son aptitude à nous écouter des jours entiers.*

➤ *On tient à adresser un merci général aux membres de l'équipe PNG, pour leur humour quotidien et tous les bons moments passés ensemble*

➤ *On tient à remercier tous nos enseignants, nos camarades, toute la promotion de BSA.*

➤ *Et également à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'achèvement de ce modeste travail.*

....A vous tous, merci

LISTE DES TABLEAUX

- **Tableau I:** Classement des principales essences forestières méditerranéennes et espèces du sous bois suivant l'indice d'inflammabilité.....04
- **Tableau II:** Superficie incendiées en 2016 par formation végétale pour la wilaya de Bejaia.....07
- **Tableau III:** superficies brulées au parc national de Gouraya pour la période 2007-2017 selon PNG,2017.....07
- **Tableau IV:** Valeurs moyennes mensuelles des températures de la station de Bejaïa (1978-2017).....18
- **Tableau V:** Valeurs des températures moyennes mensuelles de la station d'étude pour la période (1978-2017).....18
- **Tableau VI:** Valeurs moyennes mensuelles des précipitations (mm) pour la station de Bejaia et la station d'étude pour la période (1970-2017).....19
- **Tableau VII:** Valeurs du quotient pluviothermique d'Emberger pour Bejaia et notre station d'étude (Fort Lemercier).....22
- **Tableau VIII:** Tableau Listes des différents taxons botaniques inventoriés au niveau de la pinède du fort Lemercier (PNG).....24
- **Tableau IX** Richesse spécifique de la pinède du fort Lemercier (PNG).....29
- **Tableau X:** Richesse globale en familles et en genres de la pinède du fort Lemercier (PNG).....31
- **Tableau XI:** Distribution des différentes espèces inventoriées par famille botanique.....32
- **Tableau XII:** Distribution des différents genres par familles botaniques.....35
- **Tableau XIII** Répartition des différents types biologiques selon les deux états de la végétation.....37
- **TableauXIV:** Distribution des espèces inventoriées par types chorologiques.....38
- **Tableau XV:** Distribution des espèces inventoriées par mode de dissémination.....40

LISTE DES FIGURES

- **Figure 01:** Triangle du feu.....03
- **Figure 02:** Limites de l'incendie du 22 juillet 2016 (versant sud). (Source: Google Earth, images de novembre 2016).....17
- **Figure 03:** Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la région de Bejaia (1978-2017). La zone hachurée correspond à la saison sèche estivale.....20
- **Figure 04:** Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de notre zone d'étude (Fort Lemerrier, PNG) pour la période (1978-2017). La zone hachuré correspond a la saison sèche estivale.....21
- **Figure 05:** Localisation de Bejaia et notre zone d'étude (Fort Lemerrier) sur le climagramme d'Emberger extrait de Long (1974).....22
- **Figure 06:** Emplacement du lambeau non incendié (Grandes étoile jaune) et des douze parcelles sur le versant incendiée (petites étoiles) de la pinède du Fort Lemerrier (PNG) (source : fond tirée de Google Earth, images du 16.04. 2018).....23
- **Figure 07:** Histogramme donnant la richesse spécifique des états non incendiée et de deux années après incendie de la pinède du fort Lemerrier (PNG).....30
- **Figure 08:** Histogrammes de la richesse totale en genres et en familles botaniques de la zone incendiée (fort Lemerrier) et la zone non incendié du versant sud du PNG.....31
- **Figure 09:** Histogramme de la repartition des différentes espèces en familles botaniques dans la zone incendiée et non incendiée du versant sud du PNG.....33
- **Figure 10:** *Ophrys tenthredinifera* (Orchidacées) et *Gladiolus segetum* (Iridacées).....34
- **Figure 11:** Répartition des différents genres en familles botaniques.....35
- **Figure 12:** *Cistus monspeliensis* (Cistacées) et *Convolvulus cantabr* (Convolvulacées).....36
- Figure 13:** Histogramme de la répartition des différentes espèces en types biologiques.....37
- **Figure 14:** Histogramme de la répartition des différentes espèces botaniques en types chorologiques.....39
- **Figure 15:** Histogramme de la répartition des différents types de dissémination par stade de la végétation.....41

LISTE DES ABREVIATIONS

- **FAO** : Food and Agriculture Organisation (organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture)
- **DGF** : la Direction Générale des Forêts
- **PNG** : Parc National de Gouraya
- **INRA** : Institut National de la Recherche
- **B.N.E.F** : Bureau National d'Etudes Forestières

SOMMAIRE

Introduction01

Chapitre I: Analyse bibliographique

I.1 Généralités sur les incendies de forêt

I.1.1 Définition.....03

I.1.2 Les composantes de l'incendie de forêt.....03

I.1.3 Mécanismes du feu.....04

I.1.3.1 Inflammabilité.....04

I.1.3.2 Combustibilité05

I.1.4 Les types du feu05

I.1.5 Les causes des l'incendies05

I.1.5.1 Causes structurelles06

I.1.5.2 Causes naturelles.....06

I.1.5.3 Causes humaines.....06

I.2 Bilan des incendies de foret de l'année 2016 au niveau de la wilaya de Bejaia07

I.2.1 Analyse du bilan des incendies au du parc national de Gouraya pour la période (2007-2017).....07

I.3 Impacts des incendies sur l'écosystème forestier.....09

I.3.1 La faune.....09

I.3.2 La flore.....09

I.3.3 Effet sur le sol.....10

I.3.4.. Effet sur l'évolution des écosystèmes.....	10
I.3.5 Impact sur la dynamique de la végétation	10
I.3.6 Impact sur la richesse floristique.....	10
I.3.7 Impact sur la pinède.....	11
I.4 Prévention.....	11
I.5 Adaptation des végétaux aux incendies	12
I.5.1 Régénération après feu	12
I.5.2 Stratégies adaptatives face au feu.....	12
I.5.3 Evolution de la végétation après l'incendie	13

Chapitre II- Méthodologie et caractéristiques de la zone d'étude

II.1 Caractéristiques de la zone d'étude	
I.1.1 parc national de Gouraya (PNG).....	16
II.1.2 Caractéristiques du fort Lemercier	16
II.1.2.1 Situation géographique.....	16
II.1.2.2 Caractéristiques climatiques	17
• Température.....	17
• Précipitation.....	19
II.1.2.3 Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson.....	20
II.1.2.4 Quotient pluviothermique d'emberger	22
II.2 Méthodologie.....	23

Chapitre III: Résultats et discussion

III.1 Résultats	24
III.2 Analyse des données	29

III.2.1 la richesse spécifique	29
III.2.2 La richesse en famille et en genre	30
III.2.2.1 La richesse globale.....	30
III.2.2.2 La richesse en familles	31
III.2.2.3 La richesse en genres	34
III.2.3 Distribution en types biologiques	36
III.2.4 Chorologie.....	38
III.2.5 Mode de dissémination	40
Conclusion	42

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

Introduction

L'écosystème forestier représente un équilibre d'une extrême complexité et sa destruction par le feu engendre une cascade de dégradations en chaîne, qui s'étalent sur de nombreuses années et s'avèrent parfois irréversibles (Molinier & Molinier, 1974).

L'incendie est considéré comme l'agression la plus grave et la plus spectaculaire que peut subir une forêt (Oswald, 1992 ; Missoumi *et al.*, 2003). Les incendies de forêts constituent un phénomène chronique dans le bassin méditerranéen dont l'intensité semble croissante, ils éliminent toute la végétation qui se trouve à la surface et parfois au dessus de la surface du sol.

Néanmoins, la végétation méditerranéenne arrive à survivre et s'adapte bien aux incendies de faible intensité surtout quand le pas de temps entre un incendie et le suivant laisse le temps nécessaire à la végétation pour se reconstituer. En effet, les paysages de la région méditerranéenne sont façonnés par l'action de feux récurrents (Naveh, 1975 ; Trabaud & Lepart, 1980 ; Arianoutsou, 1998 ; Pausas *et al.*, 2008) et cette perturbation est considérée comme une force écologique naturelle contre laquelle les végétaux ont acquis des mécanismes d'adaptation pour survivre et se régénérer (Pausas *et al.*, 2004 ; Pausas & Verdu, 2005).

La plupart des études relatives à l'influence du feu sur les communautés végétales dans le bassin méditerranéen sont réalisées dans la rive nord (ex. Trabaud, 1980 et 1983 ; Trabaud & Lepart, 1980 ; Arianoutsou & Margaris, 1981 ; Thanos *et al.*, 1989 ; Izhaki *et al.*, 2000 ; Lloret & Vila, 2003 ; Baeza *et al.*, 2006 ; De Luis *et al.*, 2008). En Algérie, de multiples travaux sur la dynamique des communautés après incendies ont vu le jour à partir des années 1990, citons à titre d'exemple : Moravec (1990), Wojterski (1990), Ouelmouhoub & Benhouhou (2007), Bekdouche *et al.* (2008 et 2011), Bekdouche (2010), Madoui *et al.* (2006) et Madoui (2013). La quasi-totalité de ces travaux concernent la subéraie et la pinède à *Pinus halepensis*.

Le passage de l'incendie élimine toute la végétation qui se trouve à la surface et au-dessus de la surface du sol. Pour savoir quel est le devenir de ces communautés brûlées, il est essentiel de suivre leur évolution au cours du temps soit en mode diachronique sur des placettes expérimentales, soit par l'approche comparative sur des placettes parcourues par des feux sauvages dont on connaît la date de la dernière perturbation. Il est intéressant d'étudier

quelles sont les espèces qui se réinstallent après le passage du feu. Assistons-nous à la réinstallation des espèces originelles favorisant donc, une cicatrisation rapide et un retour à l'état de la composition floristique initiale ou plutôt à une colonisation effective et durable de taxons étrangers orientant la succession vers d'autres communautés.

C'est dans cette optique que s'inscrit notre travail. Nous tenterons à partir de l'analyse de l'état de deux années après l'incendie du 21 juillet 2016 de comparer floristiquement la pinède du fort Lemercier (PNG) à son état d'avant l'incendie. La communauté à *Pinus halepensis* arrive-t-elle à se cicatriser à travers la réinstallation de sa flore d'avant le feu ? D'une autre manière, les actions de reboisement entreprises après le passage du feu sont-elles positives et indispensables pour aider la nature à se reconstituer ou plutôt des actions sans valeur et de gaspillage de temps et d'argent ?

Pour ce faire, nous avons structuré notre mémoire en trois chapitres, le premier est une revue bibliographique sur les incendies et leurs impacts sur la pinède à *Pinus halepensis*. Le deuxième chapitre est relatif à la méthodologie et à la description de la zone d'étude. Nous consacrons le troisième et dernier chapitre aux résultats obtenus et à leur discussion. Enfin, nous terminons par une conclusion dans laquelle nous répondons à notre problématique.

Chapitre I

Analyse bibliographique

I.1. Généralités sur les incendies de forêt

I.1.1. Définition

Le terme incendie de forêt (incendie naturel ou provoqué par l'homme) signifie le feu qui brûle la végétation de zones boisées (Anonyme, 2002). Le feu est un élément de la nature, exprimé par une extériorisation de l'énergie. L'incendie est considéré comme une perturbation majeure des écosystèmes du fait que le cycle de sa récurrence se raccourcit rapidement et en nombreux endroits (Velez, 1999).

La science consacrée à l'étude des feux de forêt et leurs propriétés est la pyrologie forestière. Elle explique le processus de combustion, les caractéristiques des incendies de forêt ainsi que les facteurs qui influent sur le déclenchement des incendies et leur propagation.

I.1.2. Les composantes de l'incendie de forêt

Le feu, pour apparaître et se propager, a besoin de trois éléments :



Figure 1: Triangle du feu (www.phyfond.free.fr)

- **Un combustible** (ce qui brûle) : la végétation forestière.
- **Un comburant** (qui permet la combustion) : l'oxygène de l'air.
- Selon Delabrasze (1990), **Un flux de chaleur** est l'énergie d'activation pour porter le combustible à une température initiale suffisamment élevée

I.1.3. Mécanisme du feu

Dans une situation d'échauffement intense et continue, le combustible entre en pyrolyse, c'est-à-dire un processus chimique de dégradation par lequel le combustible est irréversiblement séparé en pyrolysats vaporisés. Ces vapeurs traversent la surface du Combustible sous forme gazeuse et se mélangent avec l'oxygène de l'air et si les conditions le permettent donne une flamme (Cerutel, 1990).

Le degré d'inflammabilité et de combustibilité d'un peuplement végétal varie en fonction de sa composition floristique et de l'état biologique des matériaux qui le constituent (Trabaud, 1974).

I.13.1. Inflammabilité

L'inflammabilité est la propriété à s'enflammer que possède un végétale dès qu'il est exposé à source de chaleur (Trabaud, 1974). Par convention, l'inflammabilité est le temps qui s'écoule entre le dépôt du matériel végétal à la surface de la source de chaleur et l'apparition des premières flammes. Ce temps dépend du type de végétal, de son état phénologique et de la saison de sa récolte (Velez, 1999). Le degré d'inflammabilité d'un peuplement végétal varie en fonction de sa composition floristique, de sa structure, de sa biomasse et de l'état des matériaux qui le composent (individus vivants et morts), mais aussi des conditions météorologiques locales. Le test d'inflammabilité donne les niveaux d'inflammabilité (Détry-Fouque, 2006) :

Tableau I : Classement des principales essences forestières méditerranéennes et espèces du sous bois suivant l'indice d'inflammabilité.

Inflammabilité	Essences forestières et du sous bois
Forte	Bruyère, Genêt, Chêne vert, Pin d'Alep
Assez forte	Pin maritime, Genévrier, Buis
Modéré	Chêne kermès, Viorne tin, Ciste de Montpellier, Ciste à feuilles de sauge, Romarin
Faible	Cèdre, Sapin, Arbousier

I.1.3.2. Combustibilité

Elle caractérise la puissance du feu qu'une formation végétale donnée veut alimenter. Elle dépend de la structure de la végétation, de ses espèces dominantes constitutives ainsi que de la saison (Anonyme, 1989). Plus les végétaux sont secs et riches en éléments volatils, huiles essentielles etc., plus les risques d'incendie sont grands et plus les feux sont intenses (Trabaud, 1974).

I.1.4. Les types du feu

La propagation du feu se fait par la projection en avant d'éléments incandescents (cônes ou cendres) ou par leur chute le long des pentes (grumes) qui allument des foyers nouveaux. Bien plus que la chaleur, c'est la sécheresse et l'état de siccité de la végétation qui favorisent le plus la propagation des incendies (Cerutel, 1990).

Trois modèles de propagation des incendies sont possibles :

- **Feu d'herbe et de litière** (forêt débroussaillée à sous-bois très propre) : ce type de feu ne se propage généralement pas loin. Il est très facile à maîtriser.
- **Feu de cime** : il touche la partie supérieure des arbres (ligneux haut), il forme une couronne de feu. Ce genre de feux, généralement rare, libèrent une grande quantité d'énergie et peuvent se propager sur une grande surface. Ce sont des incendies à lutte dangereuse.
- **Feu de sou bois et de cime**. C'est le plus fréquent (Saigue, 1985).

I.1.5. Les causes des incendies

La connaissance des origines des incendies est le fondement de toute politique de prévention efficace. En effet, lorsque les causes des feux sont connues il est alors plus facile de les éradiquer par la mise en œuvre d'action concrète, et donc de limiter le nombre des feux. Selon (Lafarge, 2006). L'origine de l'incendie est souvent difficile à déterminer du fait de l'absence de preuves matérielles concrètes; il en résulte que le pourcentage des causes inconnues peut être très important. La cause d'un incendie peut être connue selon différents niveaux de certitudes :

I.1.5.1 Causes structurelles

Selon Velez (1999), à l'origine des incendies, on trouve une série de causes structurelles longue et difficile à maîtriser, si non impossible à modifier.

Parmi ces causes :

- **Les caractéristiques climatiques** : sécheresse prolongée qui affecte la plus grande partie du pays accompagnée de température élevée et parfois de vents forts.
- **La végétation forestière** accumulant une grande quantité de combustible léger (matorral et herbages) suite à une forte insolation d'une part et à l'absence d'extraction d'autre part en raison de l'amélioration du niveau de vie des riverains.
- **L'abondance** les forêts des conifères réputés sont plus combustibles que les feuillus.

I.1.5.2 Causes naturelles

La végétation ne s'enflammant pas seule, même par forte sécheresse, l'unique cause naturelle connue est la foudre. Ce phénomène, très répandu en forêt boréal (orage sec).

Les éruptions volcaniques peuvent également être à l'origine d'incendie de forêt.

I.1.5.3 Causes humaines

Les feux d'origine humaine représentent l'essentiel des incendies de forêt pour. Ces causes se subdivisent en volontaires et involontaires. Leur répartition dépend étroitement du contexte social, économique, politique et législatif de chaque pays.

I.1.5.3.1 Causes involontaires

L'imprudence et les accidents dus à des fonctionnements d'équipements sont les causes involontaires les plus fréquentes des incendies de forêts :

- **Les imprudences** : L'homme de la rue, promeneurs, chasseur ou fumeur, pense que l'accident n'arrive qu'aux autres (Saigue, 1985 & Anonyme, 1989).
- **Les accidents** : lignes électriques, chemins de fer, automobiles, dépôt d'ordures, excès divers, reprise de feu.

I.1.5.3.2 Causes volontaires

Un incendie criminel est l'acte volontaire de mettre le feu dans l'intention de détruire un bien ou de tuer des individus. Moyen de vengeance, l'incendie criminel est aussi l'œuvre de

personnes atteintes de troubles psychiatriques ou pyromanes. Les incendies criminels sont aussi depuis longtemps une pratique courante au cours d'affrontements militaires ou sociaux.

I.2. Bilan des incendies de forêt de l'année 2016 au niveau de la wilaya de Bejaia.

Comme toutes les régions du Nord du pays, chaque année, Bejaia enregistre durant la période estivale des incendies qui ravagent les différentes formations végétales. Le tableau suivant donne la répartition de cette superficie par formation végétale pour l'année 2016.

Tableau II : Superficie incendiées en 2016 par formation végétale pour la wilaya de Bejaia.

Formation végétal	Superficie ha	Superficie en % du total
Forêt	681.380	17.26
Maquis	749.050	18.97
Broussaille	2 360.735	59.82
Arboriculture Fruitière	155.500	3.95
Total	3946.665	100

La superficie totale incendiée durant l'année 2016 pour la wilaya de Bejaia s'élève à 3946.665 ha et se répartie comme suit : la broussaille est largement la formation la plus touchée par les incendies avec un taux globale avoisinant les 60%, vient en seconde position les maquis avec 18.97% puis les formations forestières avec 17.26% et enfin l'arboriculture fruitière avec un faible taux de près de 4%.

I.2.1 Analyse du bilan des incendies au du parc national de Gouraya pour la période 2007-2017.

Tableau III : superficies brûlées au parc national de Gouraya pour la période 2007-2017 selon PNG, 2017

Année	Superficies brûlées (Ha)	Superficies brûlées (%) du total de la période 2007-2017
2007	19.87	6.07
2008	20 .13	6.15

2009	13.23	4.04
2010	0.65	0.20
2011	58.13	17.76
2012	1.54	0.47
2013	2.08	0.64
2014	23.87	7.29
2015	17.88	5.46
2016	167	51.02
2017	2.9	0.88
Total	327.28	100

Durant la décennie (2007-2017), le Parc National de Gouraya a enregistré une superficie brûlée totale de 327.28 ha. L'année la plus dévastatrice reste l'année 2016 avec un incendie unique de 167 ha représentant plus de la moitié de la superficie totale incendiée au cours de cette dernière décennie. Les années 2010, 2012, 2013 et 2017 sont les plus épargnées par les incendies avec des taux insignifiants inférieurs à 1%.

L'incendie concerné dans le cadre de ce mémoire est celui qui s'est déclaré le 21 juillet 2016 à 17 :15 min sur le flanc sud du mont Gouraya, qui surplombe la ville de Bejaia à cause de l'incinération des rémanents résultants d'un défrichage et désherbage dans un terrain privé à Dar Nacer. Selon (DGF et PNG), il a ravagé un total de 167 ha de l'espace boisé du PNG (161ha du domaine forestier et 6 ha de terrain privées). 95.80 % de la surface brûlée est représentée par un maquis arboré essentiellement à pin d'Alep atteignant dans certains endroits un stade futaie. Les espèces principales du sous bois sont représentées par le chêne kermès, l'oléastre, le caroubier, le lentisque, le myrte et la phyllaire. Le reste de la superficie incendiée est représentée par 1.79 % de broussaille et 2.39% d'arboriculture fruitière. L'incendie a été maîtrisé et éteint le 22 juillet 2016 à 22h30mn suite à l'intervention des services des forêts (DGF et PNG) et de la protection civile.

I.3. Impacts des incendies sur l'écosystème forestier

Le feu représente le premier péril naturel pour les forêts et les zones boisées du bassin méditerranéen en détruisant plus d'arbres que toutes les autres calamités naturelles : attaques de parasite, insectes, tornades, gelées, etc. (Le Houérou, 1987).

D'autre part et suite aux travaux menés par des équipes de recherche sur l'impact des incendies sur les écosystèmes depuis quelques décennies, le feu n'apparaît plus comme un phénomène totalement négatif mais comme une perturbation ayant un impact fugace sur les composants de l'écosystème (Trabaud, 1991).

Le temps de cicatrisation entre deux incendies successifs (répétition de l'incendie) est un facteur important à prendre en considération dans l'évaluation des effets à long terme du feu. Différents régimes de feu influent différemment sur la communauté tant animale que végétale et sur le sol.

I.3.1 La faune

Face au feu, il n'existe pas de réponse type des animaux, certains peuvent fuir avant même d'être atteints, ce qui suppose une bonne perception du danger et une locomotion rapide ; seuls les oiseaux et quelque mammifères en sont capables. L'observation directe montre rarement les mouvements de panique auxquels on pourrait s'attendre. Certains animaux peuvent gagner un refuge proche : terrier ou amas rocheux, tandis que la plupart des espèces, et notamment les invertébrés restent passif devant le feu (Roger et *al.*, 2005).

I.3.2 La flore

Pendant longtemps le feu a été considéré comme un facteur entraînant la dégradation de la végétation (Trabaud, 1991). Néanmoins dans le cas de feux uniques ou espacés dans le temps, beaucoup de travaux ont montré que la végétation se cicatrise et reprend son état d'avant le feu en un laps de temps variable d'une communauté à une autre. Par contre, si l'on considère l'évolution des peuplements forestiers à la suite de feux répétés, on constate un envahissement des essences résineuses plus rustiques et pionnières. L'inconvénient de l'enrésinement est l'hypersensibilité au feu des peuplements ainsi que leur moindre stabilité et valeur écologique (Plaisance, 1974).

I.3.3 Effets sur le sol

Les dégâts au sol sont bien connus, car les pluies qui suivent toujours la saison des incendies amorcent l'érosion ; si celle-ci ont une intensité très inhabituelle, n'étant plus retenus par le couvert végétal, elles peuvent donner lieu à de terribles inondations (Velez, 1999). Des feux résultent généralement un fâcheux tassement du sol, conséquence de la combustion de la végétation (Plaisance, 1974).

I.3.4. Effet sur l'évolution des écosystèmes

Le feu et le surpâturage sont considérés comme de majeurs ennemis des forêts méditerranéennes (Le Houérou, 1973). Le feu joue un rôle important et parfois décisif dans l'évolution des écosystèmes méditerranéens et dans la dynamique de la végétation en particulier. L'incendie naturel, accidentel ou intentionnel est généralement considéré comme un facteur perturbant les écosystèmes naturels (FAO, 2010). Bien qu'il puisse causer la dévastation de nombreux écosystèmes dans diverses régions du monde, les incendies sont nécessaires au bon fonctionnement et à la dynamique d'autres écosystèmes adaptés à cette perturbation comme les matorrals et les pinèdes des régions à climat méditerranéen (Chandler et al., 1983 ; Trabaud, 1991). Le phénomène des feux est actuellement perçu comme une perturbation ayant un impact éphémère sur les composantes des écosystèmes plutôt que négatif (Trabaud 1991).

I.3.5. Impact sur la dynamique de la végétation

Les incendies sont écologiquement importants car ils stimulent les espèces résistantes qui remplacent celles présentes dans les milieux non perturbés. Les feux favorisent aussi l'épaississement de l'écorce, l'aptitude à cicatrifier les brûlures, la capacité pour les graines de survivre et de germer (cas des espèces pyrophile) et la faculté pour certaines espèces végétales à se régénérer (FAO 2010). Selon Rigolot (1997), la perturbation par le feu est parfois essentielle pour la subsistance de la biodiversité et la régénération.

I.3.6 Impact sur la richesse floristique

La végétation et la flore de la région méditerranéenne sont façonnées par l'action de feu récurrent (Naveh, 1975 ; Trabaud & Lepart, 1980 ; Ariaunaitso, 1998 ; Pausas et al., 2008). L'incendie a contribué à créer les types de végétation qui poussent dans le bassin méditerranéen (Trabaud, 1991). L'évaluation de la composition floristique suit un modèle identique pour toutes les communautés. Au cours des premiers mois suivant l'incendie il ya

peu d'espèces, puis la richesse floristique (due surtout aux annuelles) augmente, atteignant des valeurs maximales entre la première et la troisième année au-delà de la cinquième année, cette richesse tend à se stabiliser (Trabaud, 1991).

I.3.7. Impact du feu sur la pinède

La surface incendiée chaque année pour l'ensemble du bassin méditerranéen est estimée à 200 000 ha dont près de la moitié est occupée par les conifères (Le Houerou, 1973). Les forêts des conifères sont réputées pour leur vulnérabilité face aux incendies notamment la pinède (Quezel, 1980). Trabaud (1976) explique ce fait par la litière très inflammable et la combustibilité élevée des espèces associées telles que le romarin, la bruyère et les cistes.

Le feu favorise l'extension des pins en induisant l'éclatement des cônes pour disperser les graines. Trabaud (1970 - 1980) admet comme "véritables pyrophytes", les plantes qui sont à la fois résistantes au feu et favorisées par son passage

I.4. La prévention

Chaque année, des superficies forestières importantes sont soumises à un risque incendie sévère. Les incendies dévastateurs récents sont malheureusement là pour le rappeler. Si la doctrine de lutte contre les incendies a largement fait ses preuves, seuls les efforts de prévention permettront de réduire à terme le nombre de départs de feux et d'anticiper les conséquences liées au changement climatique.

Afin de réduire le niveau de risque d'incendie, voici quelques gestes sûrs pour y faire face:

- La surveillance des massifs en période à risque (tours de guet, partouilles sur véhicule, surveillance aérienne).
- la sensibilisation des populations, en particulier les propriétaires, les campeurs, les touristes et les randonneurs.
- la résorption des causes d'incendies (débroussaillage, contrôle de l'écobuage, amélioration de la gestion des décharges d'ordures).

À long terme, il est important d'aménager les massifs forestiers pour les rendre moins combustibles et faciliter l'intervention lors de la lutte anti-incendie en réalisant des pistes, point d'eau, pare-feu et en optant pour des pratiques sylvicoles tendant à rendre les massifs moins vulnérables.

I.5. Adaptation des végétaux aux incendies

I.5.1 Régénération après feu

Depuis des millénaires, la forêt méditerranéenne a appris à vivre avec le feu, des recherches de l'INRA montrent que les espèces ont chacune développé leur stratégie pour résister à la flamme ou renaitre de leur cendres. Certaines d'entre elles, comme l'inule visqueuse (*Inula viscosa*) ou le pin d'Alep (*Pinus halepensis*), sont dites anémochores, c'est-à-dire qu'elles bénéficient d'une très bonne dispersion de leurs graines par le vent et échappent ainsi aux incendies en dispersant leurs graines loin de la zone en feu. D'autres nécessitent pour se développer de conditions thermiques favorables afin de lever la dormance de leurs graines enfouies dans le sol, c'est le cas des cistes (*Cistus salvifolius* et *C. monspeliensis*) et de nombreuses légumineuses comme les espèces des genres *Lotus* et *Scorpiurus*.

I.5.2 Stratégies adaptatives face aux feux

Les incendies répétés sont à l'origine des stratégies adaptatives des plantes méditerranéennes pour survivre au feu. Les plantes qui subsistent au passage du feu sont appelées pyrophytes. Ces dernières utilisent deux stratégies pour survivre au passage du feu : soit en étant capable de repousser après l'incendie, soit en produisant des graines résistantes au feu.

Après un incendie, la plupart des espèces pérennes du pourtour méditerranéen se régénèrent par des rejets végétatifs. Même les espèces qui ont la capacité de se régénérer à la fois par rejet et semence (de façon mixte) utilisent préférentiellement le mode de régénération végétatif, cependant certains végétaux vivaces ne peuvent se reproduire que par graine après la perturbation (Trabaud, 1986, 1991).

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

La germination d'une graine de la banque du sol dépend de la levée de sa dormance embryonnaire assurée soit par le choc thermique (Keeley & Bond, 1997; Herranz *et al.*, 1998), soit par l'insolation forte des milieux dénudés (Bazzaz, 1998) ou encore par la fumée produite par la combustion de la végétation (Crosti *et al.*, 2006). L'effet additif du choc thermique et de la fumée dégagée lors de la combustion de la végétation sur la levée de la dormance de la banque de graines du sol de certaines espèces des sites incendiés a été démontré (Roy & Sonié, 1992; Doussi

& Thanos, 1994; Scott *et al.*, 2010). De plus, Le pH affecte directement la disponibilité des éléments nutritifs et des minéraux essentiels pour la germination des graines de *Pinus halepensis*. (Izhaki *et al.*, 2002).

I.5.3 Evolution de la végétation après l'incendie

Après le passage du feu, les communautés végétales subissent des modifications aussi bien au niveau de leur composition floristique que dans leur agencement et leur phytomasse (Trabaud, 1980).

Après le feu, l'écosystème perturbé commence un nouveau processus de cicatrisation et essaie de retrouver l'équilibre en initiant une dynamique forestière. La richesse floristique importante observée après feu est due à l'ouverture du milieu et à l'enrichissement du sol en élément minéraux (Trabaud, 1980 ; Trabaud & Lepart, 1980 ; Ne'eman & Ezhaki, 1999 ; Capitanio & Carcaillet, 2008).

Les résultats obtenus lors de l'analyse de l'évolution de la végétation après feu par (Trabaud & Lepart, 1980) montrent que les communautés incendiées suivent un modèle appelé par Egler (1954), modèle de la «composition floristique initiale» c'est-à-dire que ce sont les espèces qui existait avant le passage du feu qui reprennent essentiellement dans les placettes incendiées. Cela est dû aux types de régénération qu'elles utilisent. En effet les différentes investigations ayant trait à la cicatrisation post-incendie des formations végétales dans la région méditerranéenne montrent que celle-ci retrouvent leur structure et leur composition floristique initiale au bout d'un laps de temps variable selon les communautés étudiées (Trabaud, 1980 ; Bekdouche, 2010 ; Madoui *et al.*, 2006).

Les forêts de conifères de la région méditerranéenne sont réputées pour leur vulnérabilité face aux incendies, notamment les pinèdes (Quezel, 1980). Certains pins paraissent bénéficier de l'action des incendies pour se régénérer, c'est le cas de *Pinus halepensis* et *Pinus brutia* (Trabaud *et al.*, 1985 ; Thanos *et al.*, 1989). Les pins recolonisent rapidement les zones ouvertes par le feu, car ils sont caractérisés par une grande production de graines, une dissémination anémochore de leur semence et une héliophile de leur germination (Trabaud, 1991). Les graines de *Pinus halepensis* assurant le rétablissement du peuplement à long terme proviennent de différentes sources : ouverture des cônes par le passage du feu,

graines enterrées dans le sol et celles provenant d'individus présents en lisière ou ayant résisté à l'incendie (Madoui, 2013).

En raison de ses caractéristiques de régénération, le pin d'Alep est une espèce colonisatrice qui se régénère naturellement bien après incendie, les semis ayant besoin de lumière. C'est là l'un de ces principaux atouts, qui explique que cette essence soit actuellement en pleine extension.

Finalement le pin d'Alep est une essence très sensible aux incendies, mais peu vulnérable à l'échelle de l'espèce car elle tire parti du passage du feu pour accroître son emprise, à condition que les incendies soient espacés suffisamment dans le temps pour laisser les pins reconstituer leur banque de graines (Alexandrian et al., 1992) (Alexandrian et al., 1992).

Chapitre II

Méthodologie et

caractéristiques de la

zone d'étude

II-1- Caractéristiques de la zone d'étude

II-1-1 Parc National de Gouraya (PNG)

Le Parc National de Gouraya (PNG) occupe le massif montagneux qui surplombe la ville de Bejaia. Il s'étend sur une superficie de 2080 ha occupant ainsi 10,21% de la surface totale de la commune de Bejaia.

Selon Le B.N.E.F (1984), l'ensemble du parc national se rattache aux chaînes littorales kabyles appelées communément chaînes liasiques ou chaînes calcaires. Son relief est composé de deux zones bien distinctes. La zone orientale s'étend depuis le port pétrolier à Mcid El Bab en passant par les Aiguades et le Cap Carbon. Elle culmine à 672 m. au niveau du djebel Gouraya. La zone occidentale, occupe le territoire allant du Djebel Adrar Oufarnou qui culmine à 443 m. à Boulimat.

Du point de vue hydrographique, le PNG est drainé principalement par deux oueds temporaires : Ighezer N'sahel et Ighezer Ouahrik qui sont alimentés durant la période pluvieuse et qui s'assèchent le reste de l'année. Les précipitations enregistrées au niveau du parc atteignant en moyenne 780 mm /an. C'est une quantité assez élevée, mais inégalement répartie au cours de l'année (Ameza et Sahli, 1996).

II.1.2. Caractéristiques du Fort Lemercier

II.1.2.1. Situation géographique

La zone d'étude est localisée au niveau de la pinède du Fort Lemercier du versant sud du parc national de Gouraya (PNG) qui a été incendiée deux ans auparavant.

Actuellement la végétation a très bien repris et elle occupe abondamment le plan horizontal et vertical. Nous pouvons estimer son recouvrement à plus de 50% de la surface du sol et les brins des espèces ligneuse du sous bois dépassent 1m. sur l'ensembles du territoire incendié. Le milieu est devenu pratiquement impénétrable avec la conjugaison de la végétation et des chicots brûlés encor en place.

Les limites de l'incendie sur le versant sud sont données par la carte suivante (Fig. 2) réalisée sur Google Earth sur des photographies de novembre 2016.



Figure 02 : Limites de l'incendie du 21 juillet 2016 (versant sud). (Source: Google Earth, images de novembre 2016).

I.1.2.2. Caractéristiques climatiques

Le Climat est l'état moyen de l'atmosphère en un lieu donné, défini par un certain nombre de paramètres, principalement la température et la pluviosité.

La station météorologique de Bejaia dispose d'une longue série de données climatiques : période (1978-2017) pour les températures et (1970-2017) pour les précipitations. Ce sont ces données qui seront extrapolées à notre site d'étude (fort Lemerrier. PNG) en utilisant les gardiens donnés par (Seltzer, 1946).

➤ **Température**

La température contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces des communautés vivantes dans la biosphère. Elle influe directement sur l'abondance et la distribution des êtres vivant (Ramade, 1984).

Les températures moyennes mensuelles de la station de Bejaia sont consignées dans le tableau suivant:

Tableau IV: Valeurs moyennes mensuelles des températures de la station de Bejaïa (1978-2017)

Paramètres	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
M (°C)	16.58	17.05	18.66	20.42	22.98	26.45	29.58	30.28	28.20	25.46	20.85	17.64
m (°C)	7.48	7.63	9.02	10.92	13.93	17.62	20.39	21.24	19.10	15.90	11.76	8.69
M+m/2(°C)	12.03	12.34	13.84	15.67	18.45	22.03	24.98	25.76	23.65	20.68	16.30	13.16

La température moyenne annuelle est de 18.24°C. Aout est le mois le plus chaud avec une moyenne des maxima de 30.28 °C. et janvier le mois le plus froid avec une moyenne des minimas de 7.48°C.

L'altitude de notre station d'étude sis au niveau du Fort Lemercier est de 322 m. La station météorologique de Bejaia est à 2 m d'altitude. Ainsi, la différence altitudinale entre notre station d'étude et la station météorologique de Bejaia est de 320m.

Seltzer (1946) note que pour les températures moyennes minimales (m), la décroissance est de 0,4 °C pour une élévation altitudinale de 100 m et pour les températures moyennes maximales (M), elle est de 0,7 °C pour une élévation altitudinale de 100 m.

De ce fait, les corrections à apporter pour estimer les températures de notre station d'étude sont les suivantes : M = 2,24 et m = 1,28. Ainsi donc, la moyenne de la température mensuelle maximale (M) de notre station d'étude est égale a celle de la station de Bejaia moins 2,24°C. De même, la moyenne de la température mensuelle minimale (m) est égale a celle de la station de Bejaia moins 1,28°C. Ce qui donne les résultats consignés dans le tableau suivant:

Tableau V : Valeurs des températures moyennes mensuelles de la station d'étude pour la période (1978-2017).

Paramètres	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
M(°C)	14.34	14.81	16.42	18.18	20.74	24.21	27.34	28.04	25.96	23.22	18.61	15.4
m(°C)	6.2	6.35	7.74	9.64	12.65	16.34	19.11	19.96	17.82	14.62	10.48	7.41
M+m/2 (°C)	10.27	10.58	12.08	13.91	16.69	20.27	23.22	24.0	21.89	18.92	14.54	11.40

La température moyenne annuelle est de 16.47 °C, aout est le mois le plus chaud avec M (moyenne des maxima) = 28.04 °C et janvier le mois le plus froid avec m (moyenne des Minimas) = 6.2°C.

➤ Précipitations

Les précipitations constituent un facteur écologique d'importance fondamentale avec l'alternance de la saison des pluies et de la saison sèche, qui joue un rôle régulateur des activités biologiques (Ramade, 1984).

Seltzer (1946) note que le gradient altitudinale pluviométrique varie de 40 à 80 mm de pluie pour une élévation altitudinale de 100 m en allant du niveau de la mer à l'intérieur du pays, ceci pour les différentes montagnes de la méditerranée allant de 100 à 2000 m d'altitude. Etant sur le littoral et très proche de la station de référence, nous considérons le gradient le plus faible de 40 mm.

La pluviométrie annuelle pour la station de Bejaia est de 792,74 mm. La différence altitudinale entre notre station d'étude (Fort Lemercier, PNG) et la station de Bejaia est de 320 m. La pluviométrie annuelle de notre station d'étude est donc égale à la pluviométrie annuelle de Bejaia plus 128 mm, soit $792,74 + 128 = 920,74$ mm.

Sachant que le rapport entre les valeurs mensuelles est égal à celui entre les valeurs annuelles, donc pour obtenir les valeurs moyennes mensuelles des précipitations pour la station d'étude (Fort Lemercier), il faut multiplier la valeur mensuelle de chaque mois de la Station de Bejaia par le rapport : $920.74/792.74$ soit 1.16.

Les précipitations moyennes mensuelles de notre station d'étude (Fort Lemercier) sont représentées dans le tableau suivant:

Tableau VI : Valeurs moyennes mensuelles des précipitations (mm) pour la station de Bejaia et la station d'étude pour la période (1970-2017).

Paramètres / mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
P (mm) Bejaia	111.29	93.3	85.65	70.08	41.74	15.80	5.99	10.68	54.41	76.65	101.02	126.14	792.74
P (mm) Fort Lemercier	129.09	108.22	99.35	81.29	48.41	18.32	6.94	12.38	63.11	88.91	117.18	146.32	920.74

Les Précipitations annuelles moyennes de la station de Bejaia s'élèvent à 792.74 mm. et varient de 120.15 mm entre le plus sec (juillet avec 5.99 mm.) et le plus humide (décembre avec 126.14 mm.). Les précipitations annuelles moyennes de la station étudiée avoisinent les 920.74 mm. et varient entre le plus sec et le plus humide des mois avec 139.38 mm.

II.1.2.3. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен permet de définir la période sèche de l'année. Un mois est considéré sec, si le total de ses précipitations exprimées en mm. est inférieure ou égale au double de sa température moyenne mensuelle exprimée en degrés Celsius: $P \leq 2T$.

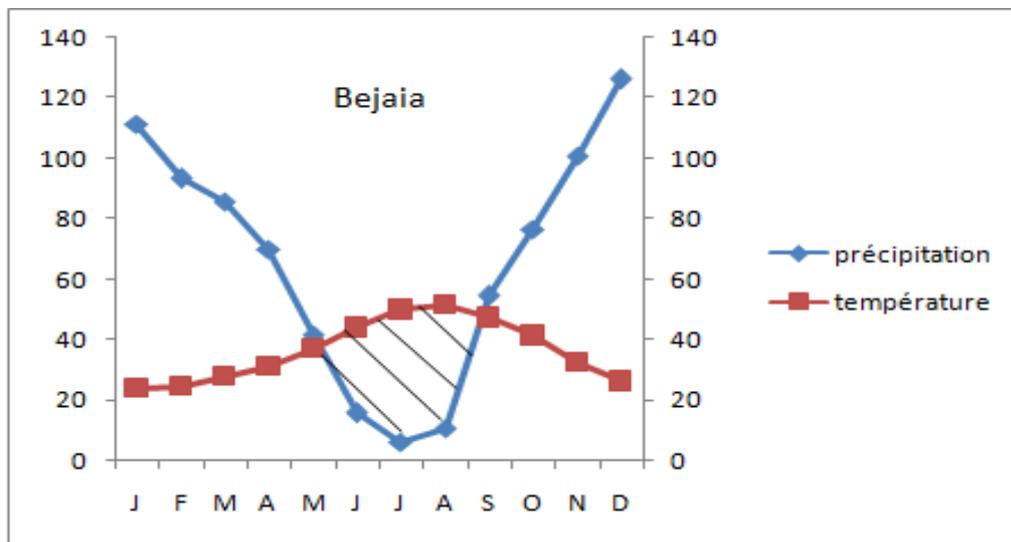


Figure 03 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la région de Bejaia (1978-2017). La zone hachurée correspond à la saison sèche estivale.

Le diagramme ombrothermique de la région de Bejaia montre une période sèche qui s'étale du mi-mai à la mi-septembre, soit 4 mois (Figure 03).

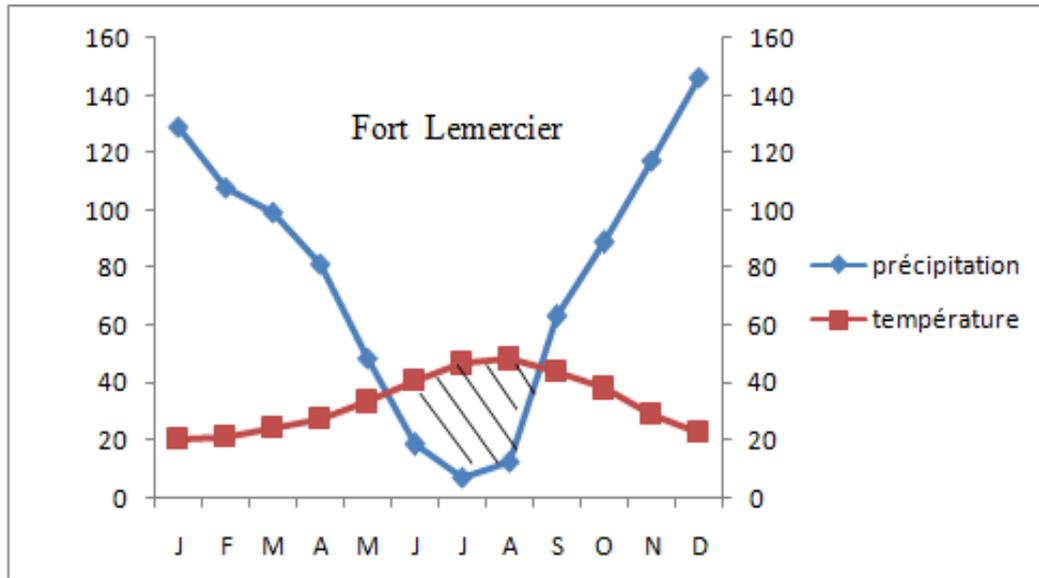


Figure 04 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de notre zone d'étude (Fort Lemerrier, PNG) pour la période (1978-2017). La zone hachurée correspond à la saison sèche estivale.

Le diagramme ombrothermique de notre zone d'étude montre une période sèche qui s'étale de la fin du mois de mai jusqu'à la fin de mois d'août, soit 3 mois. Ainsi donc, la saison sèche est plus longue à Bejaia par rapport à notre station d'étude (Fort Lemerrier, PNG).

II.1.2.4. Quotient pluviothermique d'emberger:

Emberger (1955) a définie un quotient pluviothermique (Q_2) qui permet de faire la distinction entre les différentes nuances du climat méditerranéen. Cet auteur a mit au point un indice tenant du total annuel des précipitations et des températures maximales et minimales.

Le quotient pluviothermique d'Emberger est donné par la formule suivante :

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

Q_2 = Quotient pluviothermique d'Emberger.

P = Somme des précipitations annuelle exprimées en mm.

M = moyenne des températures maximales du mois le plus chaud exprimées en degré kelvin

m = moyennes des températures minimales du mois le plus froid exprimées en degré kelvin

Tableau VII: Valeurs du quotient pluviothermique d'Emberger pour Bejaia et notre station d'étude (Fort Lemerrier) :

Parameters	P (mm)	M (°k)	m (°k)	m (°C)	Quotient
Bejaia	792.74	303.43	280.63	7.48	119.06
Fort Lemerrier	920.74	301.19	279.35	6.20	145.23

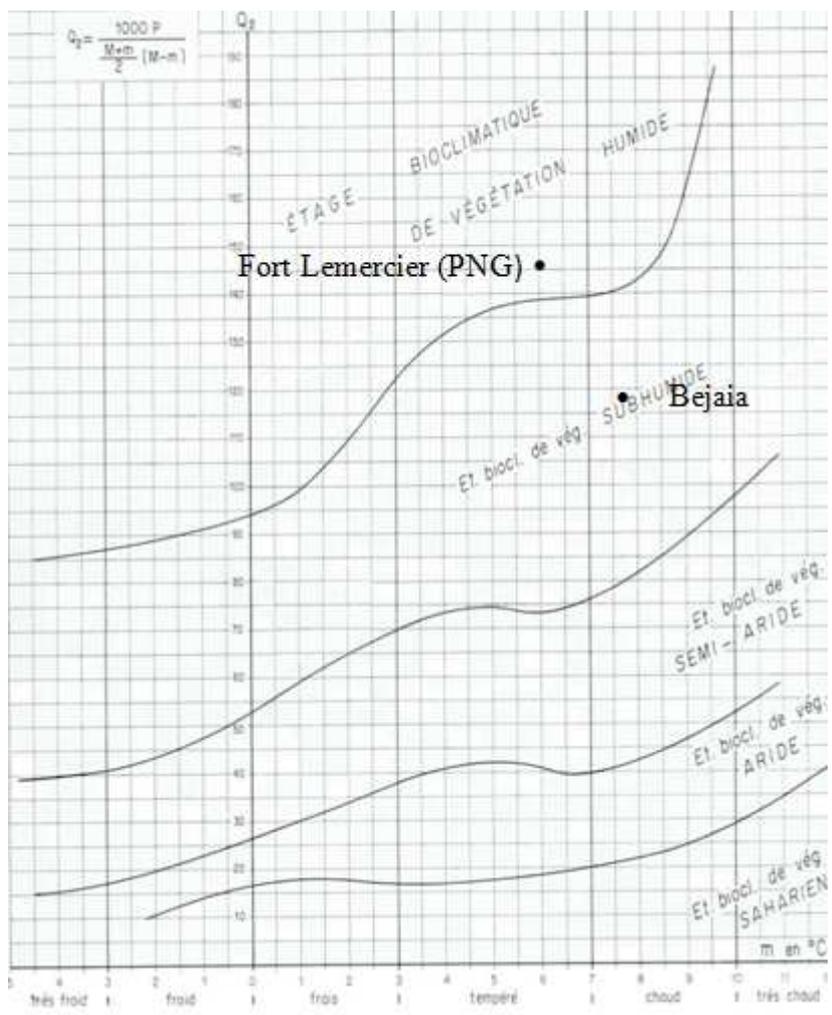


Figure 05 : Localisation de Bejaia et notre zone d'étude (Fort Lemerrier) sur le climagramme d'Emberger extrait de Long (1974).

D'après les valeurs calculées, nous pouvons déduire que Bejaia se situe dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver chaud et notre zone d'étude (Fort Lemerrier, PNG) dans l'étage bioclimatique humide à hiver tempéré. D'une manière générale, un climat méditerranéen est d'autant plus humide que le quotient est plus grand.

II-2- Méthodologie

Afin de caractériser floristiquement la pinède incendiée du Fort Lemerrier deux années auparavant, nous avons réalisé un inventaire floristique de la zone non incendiée en parcourant le lambeau accessible contigüe à la zone brûlée. Dans la partie touchée par l'incendie, nous avons réalisé 12 relevés d'une superficie de 36 m² disposées aléatoirement sur toute son étendue. L'aire minimale ainsi adoptée avait été utilisée et calculée par Benyahia et Tadjine (2017) suite à la mise en place d'un dispositif de recherche de l'aire minimale au niveau du même site.

Les douze parcelles échantillonnées sont réparties globalement selon l'exposition : sept parcelles sur le versant sud-est du fait de l'étendue de cette partie, trois parcelles situées au sud-ouest vers Dar Nacer et les deux dernières situées en plein sud. La figure suivante donne les emplacements des relevés (fond de la carte tirée de Google Earth).

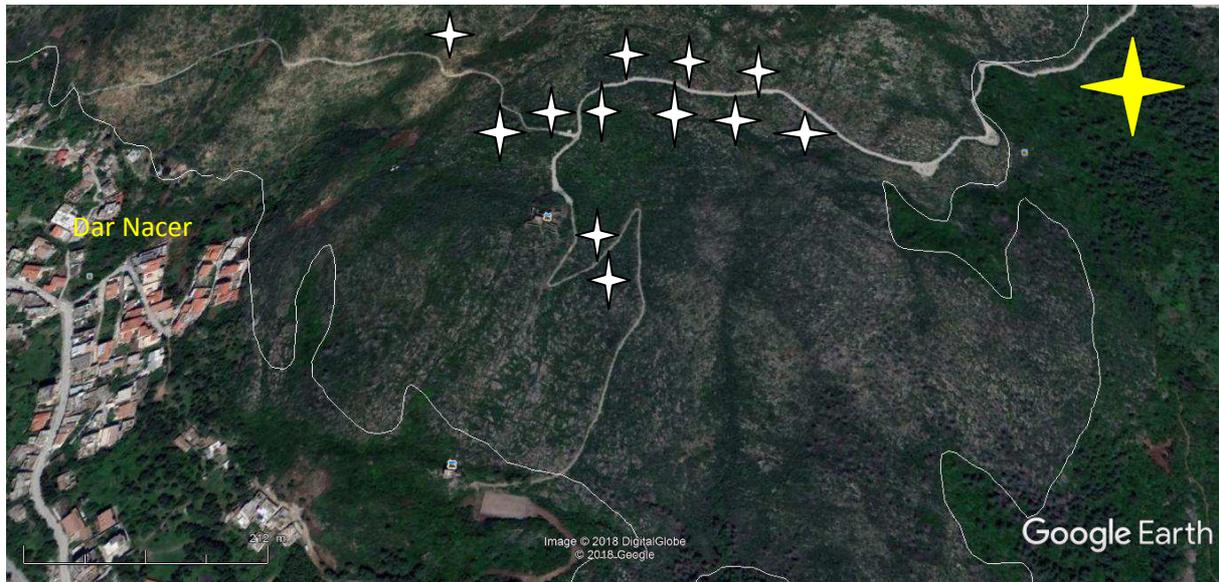


Figure 06: Emplacement du lambeau non incendié (Grandes étoile jaune) et des douze parcelles sur le versant incendié (petites étoiles) de la pinède du Fort Lemerrier (PNG) (Source: fond tirée de Google Earth images du 16.04.2018)

Chapitre III

Résultats et discussion

I.1 Résultats

L'inventaire floristique réalisé au niveau de la pinède à *Pinus halepensis* du fort Lemerrier (PNG) incendiée deux années auparavant, nous a permis d'identifier 133 espèces réparties en 110 genres et 45 familles. Afin de pouvoir estimer l'état de la pinède incendiée par rapport à son état d'avant le feu, nous avons réalisé un inventaire floristique qualitatif au niveau du lambeau non incendiée et 12 relevés de 36m² représentant l'aire minimale au niveau du site incendié. L'aire minimale de 36 m² avait été calculée par Benyahia et Tadjine (2017) au niveau du même site à une année après incendie. Sachant que l'état d'une année après incendie est généralement le stade le plus riche floristiquement des successions forestières post-incendie de la rive sud de la Méditerranée (Ouelmouhoub et Benhouhou, 2007 ; Bekdouche, 2010 ; Madoui, 2013), nous retenons la même superficie pour nos relevés. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau VIII: Listes des différents taxons botaniques inventoriés au niveau de la pinède du fort Lemerrier (PNG). En vert, la liste de l'état non brûlé (N in) et en rouge les relevés du site incendié en juillet 2016 (R01 à R12).

	N	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	Familie	Type biologique	Chorologie	Mode de dissémination
	i	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1				
n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2					
<i>Ajuga chamaeypytis</i>	+													Lamiacées	H	Med	Epizoochore
<i>Ajuga iva</i>			+	+			+							Lamiacées	H	Med	Epizoochore
<i>Allium roseum</i>	+	+		+	+		+			+				Liliacées	G	Med	Barochore
<i>Allium sp</i>	+													Liliacées	G	/	Barochore
<i>Allium trichocnemis</i>	+													Liliacées	G	End	Barochore
<i>Ampelodesma mauritanica</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Poacées	H	Med	Anémochore
<i>Anagallis arvensis</i>	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	Primulacées	T	Cosmo	Barochore
<i>Anthyllis tetraphylla</i>	+	+			+	+	+	+			+	+	+	Fabacées	T	Med	Anémochore
<i>Arisarum vulgare</i>	+	+	+		+	+				+	+	+	+	Aracées	G	Med	Endozoochore
<i>Asparagus acutifolius</i>	+		+	+	+		+	+		+	+	+	+	Liliacées	G	Med	Endozoochore
<i>Asperula hirsuta</i>	+													Rubiacées	H	W Med	Barochore
<i>Asplenium ceterach</i>	+													Polypodiacées	H	Euras Temp	Anémochore

<i>Dactylis glomerata</i>	+															Poacées	H	Euras Merid	Epizoochore
<i>Daphne gnidium</i>					+											Thymelaeacées	NP	Med	Endozoochore
<i>Daucus carota</i>			+													Apiacées	H	SW Med	Epizoochore
<i>Cynoglossum creticum</i>															+	Borraginacées	H	Med	Epizoochore
<i>Erica multiflora</i>	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Ericacées	NP	Med	Barochore
<i>Erodium chium</i>	+															Géraniacées	T	Med	Barochore
<i>Eryngium tricuspdatum</i>	+	+	+	+	+	+	+									Apiacées	H	W Med	Epizoochore
<i>Euphorbia pterococca</i>	+	+														Euphorbiacées	T	Cosmo	Myrmécochore
<i>Euphorbia sp</i>	+															Euphorbiacées	T	/	Myrmécochore
<i>Fedia graciliflora</i>	+															Valérianacées	T	Med	Epizoochore
<i>Festuca sp</i>	+															Poacées	H	/	Epizoochore
<i>Fumana thymifolia</i>	+	+	+	+	+	+										Cistacées	H	Euras Afr sept	Epizoochore
<i>Fumaria capreolata</i>		+			+	+										Fumariacées	T	Med	Barochore
<i>Galactites tomentosa</i>			+	+	+	+	+									Astéracées	H	Circum med	Anémochore
<i>Galium aparine</i>	+															Rubiacées	T	Eur Merid	Barochore
<i>Geranium lucidum</i>	+	+														Géraniacées	T	Med Atl	Epizoochore
<i>Geranium purpureum</i>	+	+	+	+												Géraniacées	T	Cosmo	Barochore
<i>Gladiolus segetum</i>	+	+	+	+	+	+										Iridacées	G	Med Ir Tour	Barochore
<i>Globularia alypum</i>	+	+		+	+	+										Globulariacées	C	Med	Epizoochore
<i>Hedysarum coronarium</i>																Fabacées	T	/	Epizoochore
<i>Elichrysum stoechas</i>	+	+			+											Astéracées	C	W Med	Barochore
<i>Hippocrepis multisiliquosa</i>	+	+														Fabacées	T	Med	Epizoochore
<i>Hyparhenia hirta</i>	+	+	+	+	+	+										Poacées	H	Paleo- Trop	Epizoochore
<i>Hypochoeris radicata</i>	+	+	+	+	+	+	+									Astéracées	H	Med	Anémochore
<i>Inula viscosa</i>																Astéracées	C	Med	Anémochore
<i>Iris sp</i>																Iridacées	G	/	Barochore
<i>Iris unguicularis</i>	+															Iridacées	G	End	Barochore

																				(Alg-Tun)		
<i>Jasminum fruticans</i>	+	+																	Oléacées	NP	Med	Endozoochore
<i>Lagurus ovatus</i>	+																		Poacées	T	Med Macar	Anémochore
<i>Lathyrus articulatus</i>	+																		Fabacées	T	Med	Anémochore
<i>Lavatera arborea</i>	+	+	+	+															Malvacées	NP	Med	Barochore
<i>Linum corymbiferum</i>	+		+	+	+	+	+			+	+	+							Linacées	H	End N Afr	Barochore
<i>Linum usitatissimum</i>	+	+																	Linacées	H	Med	Barochore
<i>Lobularia maritima</i>	+		+		+	+	+												Brassicacées	H	Med	Barochore
<i>Lonicera implexa</i>	+				+														Caprifoliacées	NP	Med	Endozoochore
<i>Lotus corniculatus</i>	+																		Fabacées	H	Eur Merid	Barochore
<i>Lotus edulis</i>	+																		Fabacées	T	Med	Barochore
<i>Lotus ornithopodioides</i>	+																		Fabacées	T	Med	Barochore
<i>Lotus sp</i>			+	+	+														Fabacées	T	/	Barochore
<i>Medicago intertexta</i>	+																		Fabacées	T	Med	Epizoochore
<i>Medicago orbicularis</i>	+																		Fabacées	T	Med Ir Tour	Epizoochore
<i>Melica ciliata</i>	+	+																	Poacées	H	Cosmo	Anémochore
<i>Mercurialis annua</i>	+	+																	Euphorbiacées	T	Eurosib Med	Barochore
<i>Micromeria graeca</i>	+																		Lamiacées	C	Med	Epizoochore
<i>Myrtus communis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		Myrtacées	NP	Med	Endozoochore
<i>Olea europaea</i> var. <i>Oleastre</i>	+	+	+	+															Oléacées	P	Med	Endozoochore
<i>Ononis sp</i>		+																	Fabacées	T	/	Barochore
<i>Ophrys tentredinifera</i>			+																Orchidacées	G	Circum med	Anémochore
<i>Origanum glandulosum</i>	+				+	+	+												Lamiacées	H	Alg-Tun	Barochore
<i>Orobanche sanguinea</i>	+									+	+	+							Orobanchacées	G	Med	Barochore
<i>Oryzopsis milleacea</i>	+																		Poacées	H	Med	Anémochore
<i>Oxalis cenea</i>	+									+									Oxalidacées	G	Af S	Barochore
<i>Palenis spinosa</i>	+																		Astéracées	H	Euro	Anémochore

																			Merid		
<i>Silene nocturna</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Caryophyllacées	T	Med	Barochore
<i>Silene secundiflora</i>	+	+																Caryophyllacées	H	Ibero Maur	Barochore
<i>Silla abtusifolia</i>	+																	Liliacées	G	Med	Barochore
<i>Silla sp</i>	+	+																Liliacées	G	/	Barochore
<i>Sinapsis arvensis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Brassicacées	T	Paléo-Temp	Barochore
<i>Smilax aspera</i>	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Liliacées	NP	Macar Med Eth Inde	Endozochore
<i>Sonchus oleraceus</i>	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Astéracées	T	Cosmo	Anémochore
<i>Stachys hirta</i>	+	+	+	+														Lamiacées	T	W Med	Barochore
<i>Tamus communis</i>	+																	Discoriacées	G	Med Atl	Endozoocre
<i>Taraxacum laevigatum</i>																	+	Astéracées	H	Med	Anémochore
<i>Teucrium flavum</i>	+	+																Lamiacées	C	Med	Epizochore
<i>Teucrium fruticains</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Lamiacées	C	Med	Epizochore
<i>Teucrium pollium</i>	+	+			+	+												Lamiacées	C	Med	Epizochore
<i>Torilis arvensis</i>	+																	Apiacées	T	Euras	Epizochore
<i>Trifolium sp</i>																	+	Fabacées	T	/	Epizochore
<i>Urginea undulata</i>	+	+																Liliacées	G	Med	Barochore
<i>Viburnum tinus</i>	+																	Caprifoliacées	NP	Med	Endozochore

III.2. Analyse des données

III.2-1. Richesse spécifique

Les résultats de la richesse spécifique des relevés floristiques de la pinède incendiée (fort Lemercier) et non incendiée du versant sud du PNG sont résumés dans le tableau suivant et la figure 07.

Tableau IX : Richesse spécifique de la pinède du fort Lemercier (PNG)

Richesse totale		Richesse moyenne par relevé	Ecart type
zone non incendiée	zone incendiée		
107	95	37,25	8,59

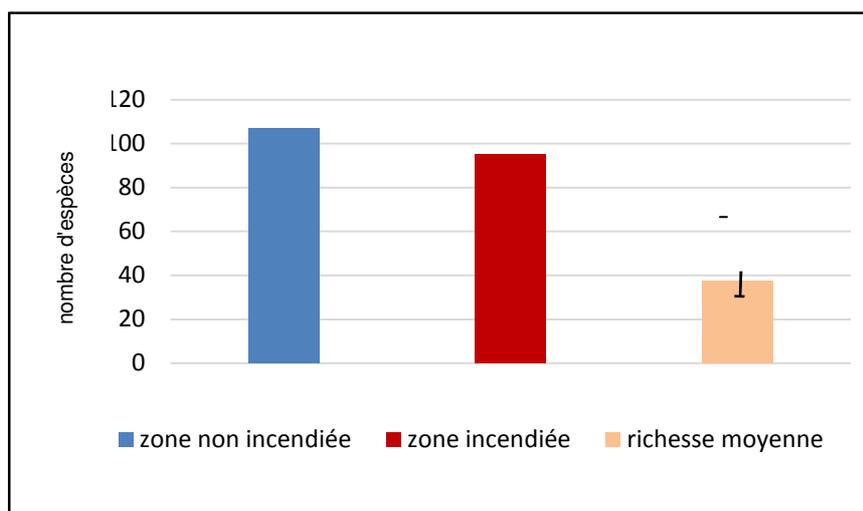


Figure 07: Histogramme donnant la richesse spécifique des états non incendiée et de deux années après incendie de la pinède du fort Lemercier (PNG).

La richesse floristique totale des deux sites est globalement d'un même ordre. Les quelques espèces supplémentaires notées au niveau du site incendié est le résultat de l'ouverture du milieu qui fait profiter quelques annuelles opportunistes exogènes à la pinède brûlée. Ce constat est énoncé dans de multiples travaux sur les successions après feu (Trabaud, 1991 ; Thanos, 1999 ; Ne'eman *et al.*, 2004 ; Bekdouche *et al.*, 2011). La richesse floristique moyenne de 37.25 espèce par relevé est sensiblement équivalente à celle notée par Benyahia et Tadjine (2017) à une année après incendie (38.60 espèces avec un maximum de 52 et un minimum de 25). L'écart type assez élevé de 8.59 et la variabilité inter placettes assez forte notée par Benyahia et Tadjine (2017) confirment les conclusions de divers auteurs qui énoncent que c'est durant les premières années des successions après feu que les bouleversements de la composition floristiques sont importants (Trabaud, 1980 ; Ne'eman *et al.*, 1992 ; Pausas *et al.*, 2008).

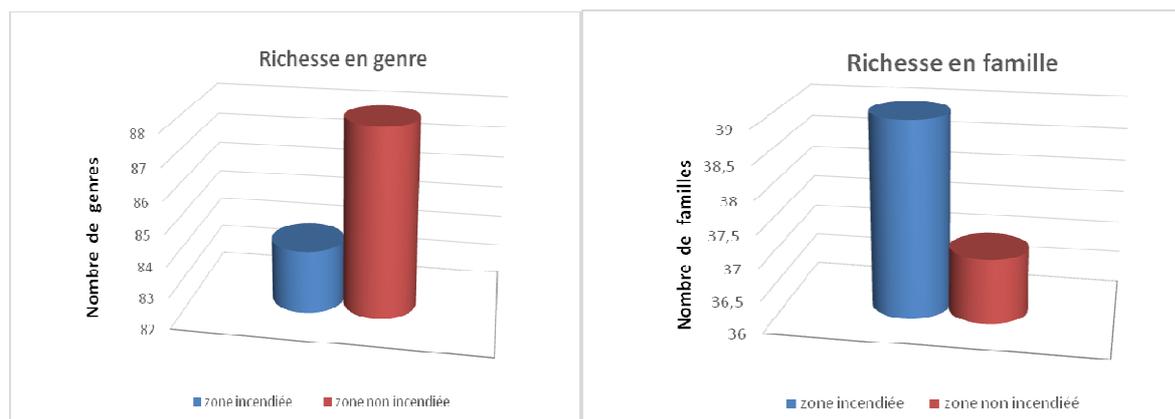
III.2.2 Richesse en familles et genres

III.2.2.1 Richesse globale

La richesse globale est le nombre total de familles et de genres rencontrés lors de notre inventaire floristique. Les résultats sont consignés dans le tableau III et illustrés par les histogrammes de la figure 08.

Tableau X: Richesse globale en familles et en genres de la pinède du fort Lemerrier (PNG).

	Zone non incendiée	zone incendiée
Nombre des familles	37	39
Nombre des genres	88	84

**Figure 08:** Histogrammes de la richesse totale en genres et en familles botaniques de la zone incendiée (fort Lemerrier) et la zone non incendiée du versant sud du PNG.

La flore du fort Lemerrier est stable malgré la perturbation. En effet, nous retrouvons sensiblement le même nombre de familles et de genres quelque soit le stade de la végétation. Ceci vient prouver que le feu n'est pas une perturbation profonde, mais plutôt une force écologique à impact fugace. L'identité floristique de la pinède n'est pas touchée. Le même résultat est enregistré dans pratiquement l'ensemble des travaux traitants du même sujet (Trabaud, 1980 et 1991 ; Arianoutsou, 1998 ; Thanos, 1999 ; Kazanis & Arianoutsou, 1996 ; Bekdouche, 2010 ; Madoui, 2013).

III.2.2.2 Richesse en familles

Les familles botaniques les plus représentées sont : les Asteracées avec 13 espèces dans la zone incendiée et 9 espèces dans la zone non incendiée et les Fabacées avec 11 espèces dans la zone incendiée et 14 espèces dans la zone non incendiée. Viennent ensuite, les Lamiacées avec 9 espèces dans chaque état de la végétation et puis les Poacées avec 4 espèces dans la zone incendiée et 11 espèces dans la zone non incendiée. Les liliacées avec 5 espèces dans la zone incendiée et 9 espèces dans la zone non brûlée. Les familles des Iridacées et des

Oleacées sont présentées avec 3 espèces chacune dans la zone incendiée et 2 espèces dans la zone non incendiée pour les Iridacées et 3 espèces pour les Oleacées. Enfin, nous pouvons citer également les Euphorbiacées, les Convolvulacées et les Rubiacées avec 2 espèces chacune dans la zone incendiée ; 3,3 et 4 espèces dans la zone non incendiée respectivement pour les Euphorbiacées, Convolvulacées et les Rubiacées. D'une manière générale, ce sont les familles botaniques les plus importantes de la flore algérienne qui dominent également au niveau de notre site d'étude. Ce sont également les familles présentes dans l'état non incendié qui arrivent également à se réinstaller après le passage du feu. Le feu ne semble donc pas être une perturbation qui touche profondément les communautés brûlées. Les résultats complets sont consignés dans le tableau V et illustrés par les histogrammes de la figure 09.

Tableau XI: Distribution des différentes espèces inventoriées par famille botanique.

Familles	Nombre d'espèces	
	zone incendiée	zone non incendiée
Asteracées	13	9
Apiacées	2	3
Convolvulacées	2	3
Cistacées	3	3
Euphorbiacées	2	3
Fabacées	11	14
Geraniacées	2	3
Lamiacées	9	9
Liliacées	5	9
Oleacées	3	3
Iridiacées	3	2
Poacées	4	11
Rubiacees	2	4
Nombre de familles avec une espèce	18	17
Nombre de familles avec deux espèces	8	7

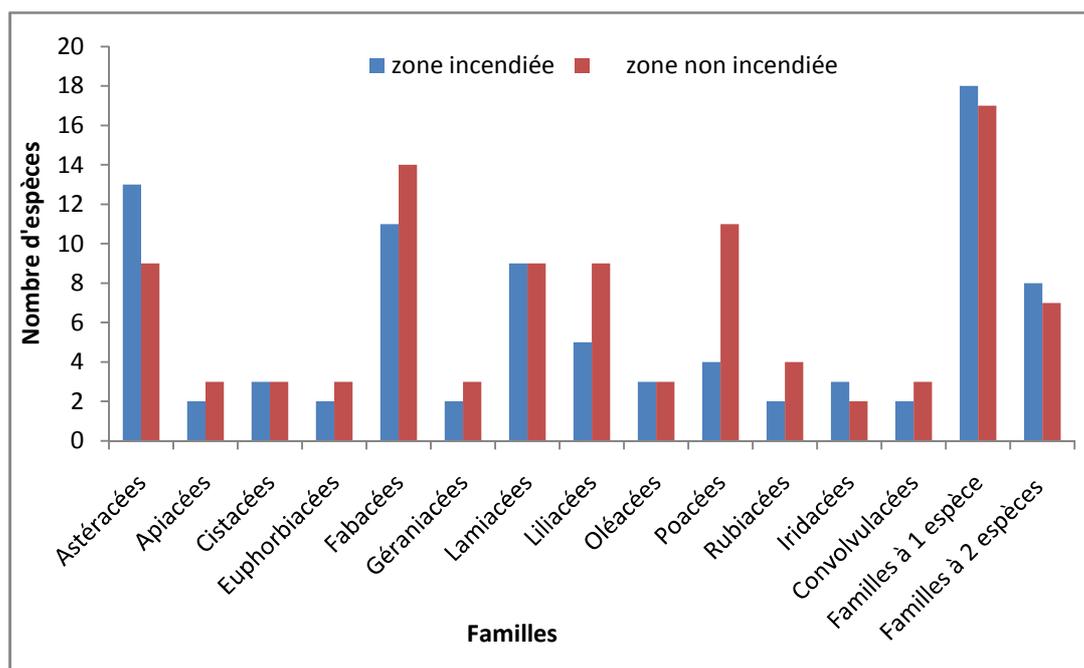


Figure 09: la repartition de Nombre des espèces en familles botaniques dans la zone incendiée et non incendiée du versant sud du PNG.

Ce sont les familles les plus représentatives de la flore algérienne et du Parc National de Gouraya qui constituent l'essentiel de la flore de la pinède non incendiée et qui arrivent à repeupler le site parcourue par le feu de juillet 2016. En effet, Les Asteracées, les Fabacées, les Poacées, les Lamiacées et les Liliacées représentent à elles seules plus de la moitié des espèces pour les deux états de la végétation. Le même constat est fait par Buhk *et al.* (2006) et Keeley & Fotheringham (1999).

Parmi les familles qui ne présentent qu'une à deux espèces, nous avons les Orchidacées et les Iridacées illustrées par les espèces la figure 10 suivante.



Figure 10: *Ophrys tenthredinifera* (Orchidacées) et *Gladiolus segetum* (Iridacées).

III.2.2.3 Richesse en genres

Les familles les plus importantes sont : les Asteracées avec 11 genres dans la zone incendiée et 7 genres dans la zone non incendiée, les Fabacées avec 11 espèces dans la zone incendiée et 10 dans la zone non incendiée et les Lamiacées avec 7 genres dans les deux états de la végétation. Les Poacées viennent en quatrième position avec 4 genres dans la zone incendiée et 11 genres dans la zone non incendiée puis les Liliacées avec 5 genres dans la zone incendiées et 6 genres dans la zone non incendiée. Comme pour le nombre total d'espèces par famille, ce sont également les Iridacées et les Oleacées qui viennent juste derrière avec 3 genres chacune dans la zone incendiée et respectivement 2 et 3 genres au niveau du site non brûlé. Les résultats complets sont consignés dans le tableau XII et illustrés par la figure 11.

Les résultats enregistrés sont tout à fait attendus, car les familles dominantes de la flore d'Algérie sont diversifiées en genres. Les Astéracées, les Fabacées et les Poacées admettent à elles seules plus de la moitié des genres de la flore de la région tellienne. Nos résultats concordent aux listes de Bekdouche (2010) pour la subéraie, Madoui (2013) pour la pinède à *Pinus halepensis* et Benyahia et Tadjine (2017) pour le même site d'étude

Tableau XII: Distribution des différents genres par familles botaniques.

Familles	Nombre de genres	
	zone incendiée	zone non incendiée
Apiacées	2	3
Asteracées	11	7
Fabacées	11	10
Iridacées	3	2
Lamiacées	7	7
Liliacées	5	6
Poacées	4	11
Rubiacées	2	4
Oleacées	3	3
Familles à un genre	24	21
Familles à deux genres	6	7
Total	84	88

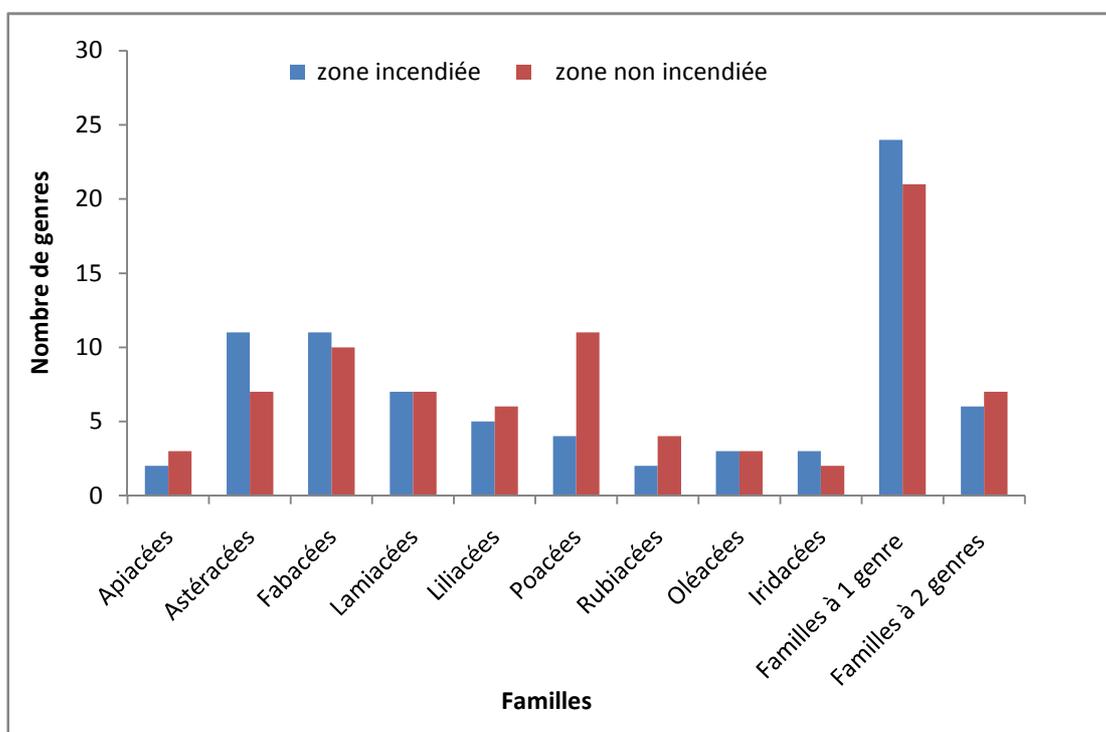


Figure 11: Répartition des différents genres en familles botaniques.

Parmi les familles qui ne présentent qu'un à deux genres, nous avons les Cistacées (genre *Cistus* et *Fumana*) et les Convolvulacées (genre *Convolvulus*). La figure suivante, donne une illustration de ces deux familles.



Figure 12: *Cistus monspeliensis* (Cistacées) et *Convolvulus cantabrica* (Convolvulacées).

Notons que ces deux familles sont données à titre indicatif. Autrement, le nombre de familles à un seul genre est très important en faisant plus du double du nombre de genres des familles les plus dominantes.

III.2.3 Distribution des types biologiques

Les types biologiques sont un système de classification des végétaux selon le positionnement des organes de survie de la plante durant la période défavorable, l'été pour la région méditerranéenne. Nous nous sommes basés sur cette classification pour caractériser les deux zones échantillonnées. Les différents taxons botaniques inventoriés et classés selon les différents types biologiques donnent la répartition consignée dans le tableau XIII et illustrée dans la figure 13.

Tableau XIII : Répartition des différents types biologiques selon les deux états de la végétation.

Type biologique	Nombre d'espèces	
	zone non incendiée	zone incendiée
Chaméphytes	19	19
Géophytes	16	14
Hémicryptophytes	27	23
Nanophanérophytes	11	12
Phanérophytes	4	4
Thérophytes	30	23

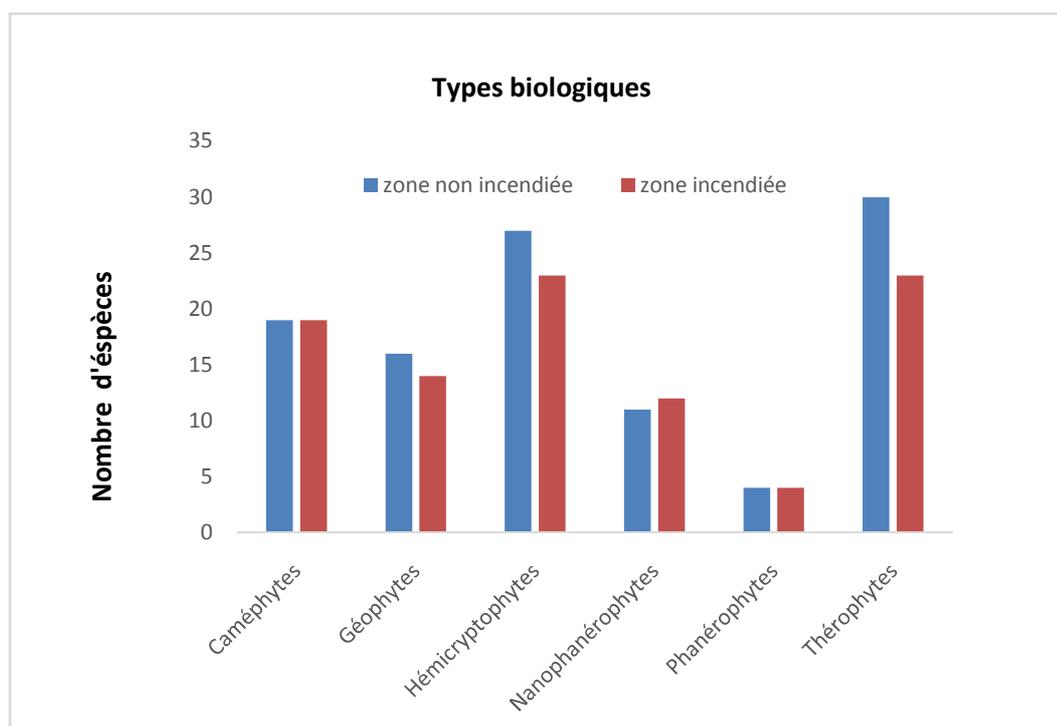


Figure 13: la répartition des différentes espèces en types biologiques.

Cette flore est dominée par les thérophytes avec 30 espèces dans la zone non incendiée et 23 espèces dans la zone incendiée, suivi par les hémicryptophytes avec 27 espèces dans la zone non incendiée et 23 espèces dans la zone incendiée. Les chaméphytes avec 19 espèces dans chaque zone viennent en 3^{ème} position selon l'ordre d'importance. Puis, les nanophanérophytes avec 11 espèces dans la zone non incendiée et 12 espèces dans la zone incendiée, les géophytes avec 16 espèces dans la zone non incendiée et 14 espèces dans la

zone incendiée et enfin les phanérophytes avec 4 espèces dans chaque zone. Les résultats semblent logiques, puisque au niveau des premiers stades des sites incendiés, ce sont les thérophytes qui dominent toujours, du fait de l'ouverture du milieu et de l'enrichissement du sol en éléments minéraux suite aux dépôts de cendres (Trabaud, 1980 ; Izhaki et Ne'eman, 2000 ; Denhama (2007) ; Bekdouche *et al.*, 2008 ; Madoui, 2013). Dans le site non incendiée, le résultat se justifie par le fait que l'inventaire avait été fait le long de la piste allant du fort Lemercier à la route goudronnée allant vers le sommet de Gouraya. En effet, un grand nombre de thérophytes sont des espèces rudérales. Les hémicryptophytes et les géophytes reprennent également en grand nombre grâce à leurs organes souterrains de survie qui ne sont pas tués par le passage du feu. En effet, Thanos & Georghiou (1988) et Keeley *et al.* (2005) notent que la majorité des espèces pérennes des communautés végétales des paysages méditerranéens reprennent après le passage du feu par la voie végétative, rares sont les espèces qui reprennent exclusivement par la voie sexuée.

III.2.4 Types Chorologiques

Le Parc National de Gouraya fait partie de la région phytogéographique méditerranéenne, secteur de Kabylie et sous secteur Kabylie-Numidie (Quezel et Santa, 1962-1963), raison pour laquelle l'élément méditerranéen est dominant. Dans le tableau suivant et la figure 14 sont illustrés les résultats de la distribution des différentes espèces inventoriées dans les différents éléments relatifs à l'origine de la flore (types chorologiques).

Tableau XIV : Distribution des espèces inventoriées par types chorologiques.

Chorologie	Nombre d'espèces	
	zone non incendiée	zone incendiée
Cosmopolite	7	6
Europe méridionale	3	1
Méditerranéen	52	51
Méditerranée- atlantique	3	2
Méditerranée occidentale	4	4
Ouest Méditerranéen	6	5
Endémique	2	2
Autres	32	26

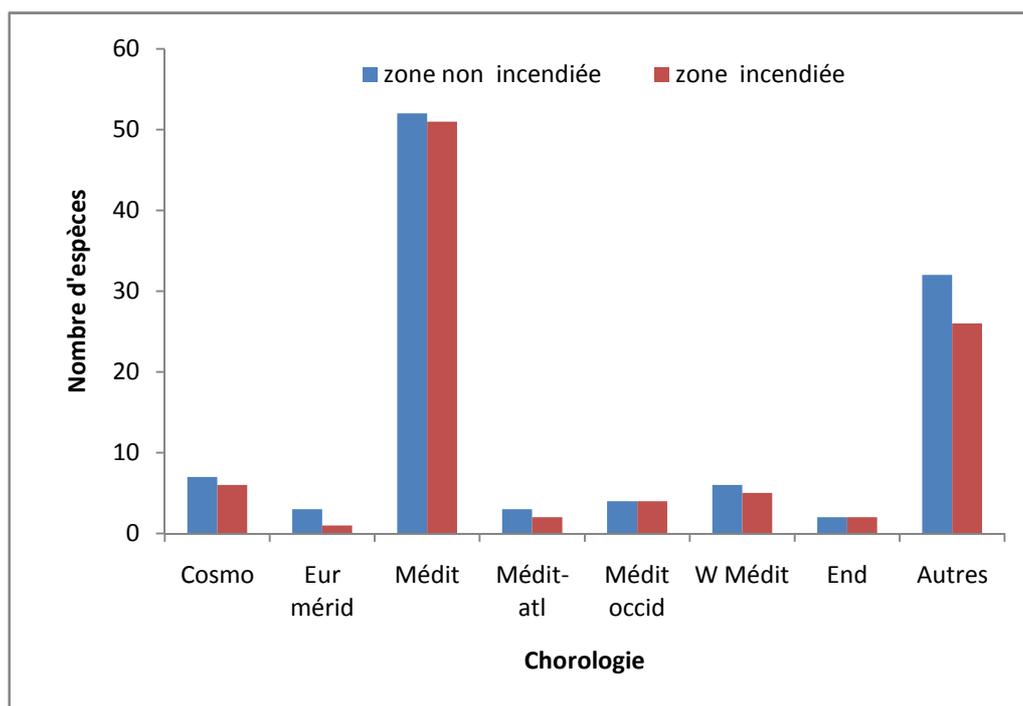


Figure 14: la répartition des différentes espèces botaniques en types chorologiques.

NB: Autres: chorologies dont le nombre d'espèces est égal à 1 ou 2. Il s'agit entre autres de Af. S. (Afrique du sud), Circummed (Circum-Méditerranéen), Euras. (Eurasiatique), Euras. Afr. Sept. (Eurasie-Afrique septentrionale), Euras. Merid. (Eurasiatique méridionale), Euras. Temp. (Eurasiatique tempérée), Euro. Med. (Euro-Méditerranéen), Eurosib. Med. (Eurosibérien-Méditerranéen), Ibero. Maur. Sicile. (Ibéro-Maurétanien-Sicile), Ibero. Sicile. Afr. N. (Ibérosicilien- Afrique du nord), etc...

Les espèces végétales identifiées appartiennent à plusieurs types chorologiques. Le type le plus représenté est le méditerranéen (Médit) avec 52 espèces dans la zone non incendiée et 51 espèces dans la zone incendiée, tandis que le type cosmopolite (Cosmo) avec 7 espèces dans la zone non incendiée et 6 espèces dans la zone incendiée est le type qui arrive en 2^{ème} position, suivi par les types ouest méditerranéen (W Médit.) avec 6 espèces dans la zone non incendiée et 5 espèces dans la zone incendiée, puis le méditerranéen occidental (Médit occid) avec 4 espèces dans chaque stade de la végétation et en dernier le méditerranéen atlantique (Médit atl) avec 3 espèces dans la zone non incendiée et 2 espèces dans la pinède incendiée. Nous retrouvons par la suite différents éléments associant à chaque fois la Méditerranée ou l'Europe (Méditerranéen atlantique, Europe méridionale). Notons que

l'élément Endémique est présent avec 4 espèces (*Allium trichocnemis*, *Cyclamen africanum*, *Iris unguicularis*, *Linum corymbiferum*).

Les résultats enregistrés confirment encore une fois le caractère naturel du feu au niveau des communautés végétales méditerranéennes du fait de l'équivalence des distributions chorologiques des deux stades de la végétation et du caractère dominant de l'élément méditerranéen.

III.2.5 Mode de dissémination

Le type de dissémination des espèces renseigne sur la dynamique de réoccupation du milieu. En effet, les espèces qui réoccupent le site incendié peuvent provenir du stock de graines du sol du site lui-même, de la reprise végétative à partir des organes souterrains de survie pour les espèces vivaces et d'apports par les différents modes de dissémination à partir des milieux environnants. A la lecture des résultats, il ressort que le profil du milieu incendié est équivalent à celui du site non incendié. Ce résultat nous permet de conclure que l'incendie n'a pas bouleversé la pinède du fort Lemercier après son passage ; bien au contraire, l'identité de la pinède est conservée. Le mode de dissémination dominant est la barochorie au niveau des deux états de la végétation (41 et 36 espèces pour le site non incendié et le site de deux années d'âge après incendie). La zoochorie (epizoochorie et endozoochorie) se taille également une part importante avec 42 espèces au niveau du site non brûlé et 37 à deux années après le passage du feu. Anémochorie n'est pas négligeable également avec 20 et 19 espèces respectivement pour l'état non incendié et l'état brûlé.

Tableau XV : Distribution des espèces inventoriées par mode de dissémination.

Mode de dissémination	Nombre d'espèces	
	zone non incendiée	zone incendiée
Anémochore	20	19
Barochore	41	36
Endozoochore	15	13
Epizoochore	27	24
Myrmécochore	3	2
Dyszoochore	1	1

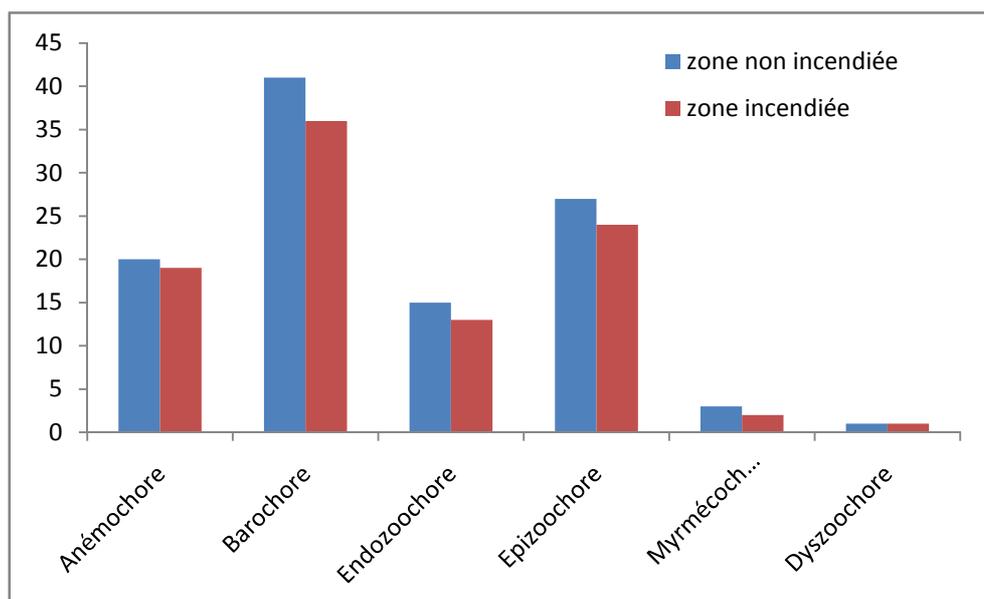


Figure 15: la répartition des différents types de dissémination par stade de la végétation.

Diverses études menées dans ce sens ont noté une prévalence de la barochorie par rapport aux autres modes de dissémination (Thanos *et al.*, 1992 ; Izhaki *et al.*, 2000). La prédation des graines concerne un bon nombre de familles botaniques (Papavassiliou et Arianoutsou, 1993), elle est surtout induite par les oiseaux, mammifères et fourmis (Ferrandis *et al.*, 1999). La dissémination par le vent (Anémochorie) et par les animaux à pelage surtout (Epizoochorie) est assez représentative au niveau des milieux ouverts comme les stades jeunes des paysages incendiés (Ferrandis *et al.*, 1999) et les milieux rudéraux (Izhaki *et al.*, 2000)

Conclusion

Conclusion

L'incendie par sa récurrence a contribué à créer les types de végétaux qui poussent dans le bassin méditerranéen (Trabaud, 1991). Les feux de forêts peuvent réduire en cendre les communautés brûlées et la régénération dépend alors de l'état des organes souterrains de survie et de la banque de graines du sol de ses végétaux constitutifs (Arianoutsou, 1999).

Les valeurs les plus élevées de la richesse floristique et de la diversité sont enregistrées durant la première année suivant l'incendie au niveau des communautés de la rive sud de la Méditerranée (Bekdouche, 2010) et durant la deuxième année pour la rive nord (Trabaud & Lepart, 1980).

Au terme de cette étude nous pouvons conclure que la pinède du fort Lemercier (PNG) se cicatrise floristiquement et reprend sa composition d'avant l'incendie à deux années seulement après le passage de l'incendie du 21 juillet 2016. En effet, sur les divers plans analysés, la composition de l'état de deux années après l'incendie est équivalente globalement à l'état témoin non brûlé.

Les familles les plus représentées au niveau des deux états de la végétation sont les Astéracées, les Fabacées, les Lamiacées, les Poacées et les Liliacées. La majorité des espèces de ces familles botaniques sont des herbacées annuelles ou vivaces qui profitent de l'opportunité créée par le feu pour s'établir avant la reprise effective des végétaux ligneux du sous bois.

Les familles les plus représentées en genres, c'est-à-dire les plus diversifiées, sont toujours les plus riches en espèces et ce sont également les familles les plus importantes de la flore algérienne.

La pinède incendiée et non incendiée sont dominées par les thérophytes en raison du caractère rudérale du lambeau non brûlé et de l'ouverture de la pinède incendiée. Les thérophytes sont des herbacées annuelles dont la graine est disséminée essentiellement par le vent (anémochore) et par les animaux (zoochore) et qui s'établissent en grand nombre dans les milieux instables comme les milieux ouverts et les rudéraux. L'importance de la barochorie, représentée par des végétaux dont les diaspores se détachent et tombent à terre de leur propre poids, confirme que l'identité de la pinède du fort Lemercier est conservée après le

passage du feu et c'est également un indice de stabilité et d'absence de relais floristique au sens de remplacement d'un cortège floristique par un autre.

Cette stabilité est renforcée par la forte similarité floristique entre l'état incendié et le témoin non brûlé. En effet, 73% des espèces inventoriées sont caractéristiques du cortège floristique de la pinède à *Pinus halepensis*.

Le feu n'est pas un facteur de banalisation de la flore des milieux incendiés. En effet, l'élément méditerranéen est dominant dans l'état incendié et non incendié et représente 53.68% des espèces inventoriées.

L'ensemble des résultats présentés à travers cette analyse, nous permet de conclure que le feu n'a pas bouleversé floristiquement la pinède du fort Lemercier, celle-ci se reconstitue et se cicatrisera au bout d'un laps de temps très court. De plus, la régénération importante de l'espèce forestière observée dans le cadre de ce mémoire et déjà signalée par Benyahia et Tadjine (2017), nous permet de qualifier les opérations de reboisement menées au niveau du site de gaspillage de temps et de ressources.

Références
bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Alexandrian D. & Esnault F., 1998.** - Analyse des tendances des feux en Méditerranée et des causes sous-jacentes liées aux politiques. Rapport de la F.A.O. sur les politiques publiques concernant les feux de forêt, Rome (Italie).
- **Alexandrian D. & Rigolot E., 1992.** - Sensibilité du pin d'Alep à l'incendie. *Rev. For. Médit.* t. XIII, n° 3 : 185-198.
- **Ameza N. & Salhi A., 1996.** - Contribution à la réalisation d'une carte de la végétation du Parc National de Gouraya. Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Ecologie et Environnement, Institut des Sciences de la Nature, Université de Bejaia.
- **Anonyme, 2002.** - Encyclopédie encarta.
- **Anonyme, 1989.** - Guide technique du forestier méditerranéen français : protection des forêts contre l'incendie. Edit. Cemagref, 70 p.
- **Arianoutsou M., 1999.** - Aspect of demography in post-fire mediterranean plant communities of Greece. *Ecological studies* 136. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg, 273-295.
- **Arianoutsou M., 1998.** - Aspects of demography in post-fire mediterranean plant communities of Grece, Pp. 273 – 295. In: Rundel P.W., Montenegro G. & Jaksic F. (eds). *Landscape degradation in mediterranean-type ecosystems, Ecological studies* 136. Springer-verlag, Berlin/Heidelberg.
- **Arianoutsou M. & Margaris N.S., 1981.** - Early stages of regeneration after fire in a phrygic ecosystem (east Mediteranean). I. Regenertaion by seed germination. *Biol.Ecol. Mediterr.*, 8: 119 – 128.
- **B.N.E.F., 1984.** - Plan de gestion et de développement du Parc National de Gouraya. Ed. P.N.G, 203p.
- **Baeza M.J., Raventos J., Escarré A. & Vallejo V.R., 2006.** - Firerisk and vegetation structural dynamics in Mediterranean shrubland. *Plant.Ecol.*, 187 : 189 - 201.
- **Bazzaz F.A., 1998.** - *Plant in changing environments: linking physiological, population and community ecology.* Cambridge University Press, Cambridge. 320 p.
- **Bekdouche F., 2010.** - Evolution après feu de l'écosystème subéraie de Kabylie (Nord algérien). Thèse de Doctorat en Ecologie forestière, Université M. Mammeri de Tizi-Ouzou.
- **Bekdouche F., Derridj A. & Krouchi F., 2008.** - Evolution après feu de la composition floristique de la subéraie de Mizrana (Tizi-Ouzou, Algérie). *Sciences & Technologie C*, 28: 19 - 29.

Références bibliographiques

- **Bekdouche F., Sahnoune M., Krouchi F., Achour S., Guemati N. & Derridj A., 2011.** – The contribution of legumes to post-fire regeneration of *Quercus suber* and *Pinus halepensis* Forests in North-Eastern Algeria. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, 66: 29-42.
- **Benyahia A. & Tadjine H., 2017.** - Analyse de la recolonisation après incendie par le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) au Parc National de Gouraya. Master en Sciences Naturelles de l'Environnement (UAM Bejaia).
- **Buhk C., Gotzenberger L., Wesche K., Gomez P. S. & Hensen I., 2006.** - Post-fire regeneration in a Mediterranean pine forest with historically low fire frequency. *Acta Oecologica*, 30 : 288 – 298.
- **Capitanio R. & Carcaillet C., 2008.** - Post-fire Mediterranean vegetation dynamics and diversity: a discussion of succession models. *For. Ecol. Manag.*, 255 (3-4): 431-439.
- **Cerutel F., 1990.** - La corse, île de feu. - *Rev. For. Médit.* .n° sp. 375p.
- **Chandler C., Cheney P., Thomas P., Trabaud L. & Williams D., 1983.**- Fire in forestry. Volume 1. Forest fire behavior and effects. John Wiley & Sons, Inc. New York, USA, 450p.
- **Crosti R., Ladd P.G., Dixon K.W. & Piotta B., 2006.** – Post-fire germination: The effect of smoke on seeds of selected species from the central Mediterranean basin. *Forest. Ecol. Manag.*, 221: 306 – 312.
- **De Luis M., Raventos J., Wiegand T. & Gonzalez-Hidalgo J.C., 2008.** – Temporal and spacial differentiation in seedling emergence may promote species coexistence in Mediterranean fire-prone ecosystems. *Ecography*, 31: 620 – 629.
- **De Montgolfier J., 1990.** - Protection des forêts contre les incendies. Guide technique du forestier méditerranéen français. Ed. Cemagref, Division Techniques Forestières, Aix-en Provence, France, 72p.
- **Denham A. J., 2007.** – Seedling establishment in an pyrogenic flowering species : the role of time-since-fire, litter and post-dispersal seed predation. Master of Science Thesis, Biological Sciences School, University of Wollongong, USA.
- **Détry-Fouque P., 2006.** - Le plan de préservation " Risque incendies de forêt " (Prif) dans des documents d'urbanisme (Module UE 414 – Jean-Pierre Guin, Institut d'Aménagement Régional Université Paul Cézanne Aix-Marseille III), 23p.
- **Doussi M.A. & Thanos C.A., 1994.** – Post-fire regeneration of hardseeded plants: ecophysiology of seed germination, Pp. 1035 – 1044, in: D.X. Viegas (eds). *Proceedings of the 2nd International conference on forest fire Research.* Coimbra, Portugal.
- **Duguy B. & Vallejo V.R., 2008.** – Land-use and fire history effects on post-fire vegetation dynamics in eastern Spain *J. Veg. Sci.*, 19: 97 - 108.
- **Egler F.E., 1954.** Vegetation science concept. I. – Initial floristic composition, a factor in oldfield vegetation development, *Vegetatio*, 4, 412 – 417.

Références bibliographiques

- **Emberger L., 1955.** – une classification biogéographique des climats. *Rec. Trav. Lab. Bot. Géol. Fac. Sc*, 7(11): 3 – 43.
- **FAO., 2010.** - Évaluation des ressources forestière mondiale 2010 – Rapport principal. Rome : FAO.
- **Ferrandis P., Herranz J.M. & Martinez-Sanchez J.J., 1999.** – Effect of fire on hard-coated *Cistaceae* seed banks and its influence on techniques for quantifying seed banks. *Plant Ecol.*, 144: 103 - 114.
- **Herranz J.M., Ferrandis P. & Martinez-Sanchez J.J., 1998.** – Influence of heat on seed germination of seven Mediterranean *leguminosae* species. *Plant Ecol.*, 136: 95 – 103.
- **Izhaki I., Henning-Sever N. & Alexandrian D., 2002.** – Soil seed banks in Mediterranean Aleppo pine forests : the effect of heat, cover and ash on seedling emergence. *J.Ecol.*, 88: 667 – 675.
- **Izhaki I., Henning-Sever N. & Ne'eman G., 2000.** – Soil seed banks in Mediterranean Aleppo pine forest : the effect of heat, cover and ash on seedling emergence. *J.Ecol.*, 88: 667 – 975.
- **Izhaki I. & Ne'eman G., 2000.** - Soil seed banks in Mediterranean pine forests. Pp. 167 – 181, In: Ne'eman G. & Trabaud L (eds.). *Ecology, biogeography and management of Pinus halepensis and P. brutia forest ecosystems in the Mediterranean basin*. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.
- **Kazanis D. & Arianoutsou M., 1996.** – Vegetation composition in a post-fire successional gradient of *Pinus halepensis* forests in Attica, Greece. *Int. J. Wildland Fire*, 6 : 83 - 91.
- **Keeley J.E. & Bond W.J., 1997.** – Convergent seed germination in South African fynbos and California chaparral. *Plant Ecol.*, 133: 153 - 167.
- **Keeley J. E. & Fotheringham C. J., 1999.** – Role of fire in regeneration from seed. Chapter 13: 311- 330, In *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*, 2nd edition (ed. M. FENNER), CABI Publishing, New York, USA.
- **Keeley J.E., Fotheringham C.J. & Keeley M.B., 2005.** – Determinants of post fire recovery and succession in Mediterranean – climat shrublands of California. *Ecol. Appl.*, 15 (5): 1515 – 1534.
- **Lafarge E., 2006.** - Evaluation des dispositifs de détection des feux de forêt en France. Mémoire de d'études de la formation des ingénieurs forestiers. Agence Mtda-Engref. 91p.
- **Le Houerou H.N., 1987.** – Vegetation wildfires in the Mediterranean basin: evolution and trends. *Ecol. Medit.*, XIII. 4: 13-23.
- **Le Houerou H.N., 1973.** – Fire and vegetation in the Mediterranean basin. *Proc. Ann. Tall. Timbers, firecol. Conf*, 13 : 237-277.
- **Leone V., 1990.** - Causes socio-économiques des incendies de forêt dans la région de Bari (pouilles, Italie). *Rev.For.Fr.* XLII. n° sp., 332 - 336.

- **Lesgourgues Y., 1990.** - Réflexion concernant les problèmes de DFCI des espaces forestiers Landais à la lumière des incendies du Porge-Lacanau.- *Rev. For. Fr.* n° sp. XLII : 57-71.
- **Long G., 1974.** – Diagnostic phytoécologique et aménagement du territoire. Tome 1: Principes généraux et méthodes. Collection d'écologie. Masson, Paris. 252p.
- **Loret F., Pausas J.G. & Vila M., 2003.** – Responses of mediterranean plant species to different fire frequencies in Garraf Natural Park (Catalonia, Spain): field observations and modelling predictions.*Plant Ecol*, 167: 233 – 235.
- **Madoui A., 2013.**– Les incendies de forêts en Algérie. Étude de l'évolution après feu des peuplements de *Pinus halepensis* Mill. dans l'Est algérien. Cas de la forêt de Bou-Taleb, du reboisement de Zenadia et du Parc National d'El Kala. Thèse de Doctorat en Ecologie végétale, Université F. Abbas de Sétif. 133p.
- **Madoui A., Géhu G.M. & Alatou D., 2006.** - L'effet du feu sur la composition des pinèdes de *Pinus halepensis* Mill. dans le nord de la forêt de Bou-Taleb, Algérie. *Ecol.Medit.*,32: 5-13.
- **Missoumi A. & Tadjerouni K., 2003.** - SIG et Imagerie Alsat1 pour la cartographie du risqué d'incendie de forêt (SidiBel Abbas). TS 13, Risk Management, Marrakech, Maroc.
- **Molinier R. & Molinier R; 1974.** - La forêt face aux incendies. *Rev.For.Fr.* n° sp. 246p.
- **Moravec J., 1990.** – Regeneration of N.W. African *Pinus halepensis* forests following fire. *Vegatio*, 87: 29 – 36.
- **Naveh Z., 1975.** – The evolutionary significance of fire in the Méditerranéan region. *Vegetatio*, 29: 199 – 208.
- **Ne'eman G., Goubitz S. & Nathan R., 2004.** - Reproductive traits of *Pinus halepensis* in the light of fire – a critical review. *Plant Ecol.*, 171:69–79.
- **Ne'eman G. & Izhaki I., 1999.** - The effect of stand age and microhabitat on soil seed banks in Mediterranean Aleppo pine forests after fire. *Plant Ecol.*, 144(1): 115 - 125.
- **Ne'eman G., Lahav H. & Izhaki I., 1992.** – Spatial pattern of seedlings 1 year after fire in a Mediterranean pine forest. *Oecologica*, 91 : 365-370.
- **Oswald H., 1992.** – Rencontre forestier-chercheurs en forêt méditerranéenne. La Grande-Motte agricole du génie rural et de la pêche. Division Forêt méditerranéenne, éd. H. Oswald, Institut national de la recherche agronomique, Paris.
- **Oulmouhoub S. & Benhouhou S., 2007.** – Evolution floristique des subéraies incendiées dans la région d'El Kala (nord-est Algérie). *Ecol. Mediterr.*, 33: 85 – 94
- **Papavassilio S. & Arianoutsou M., 1993.** – Regeneration of the leguminous herbaceous vegetation following fire in a *Pinus halepensis* forest of Attica, Greece. Pp. 19 – 125, In: Trabaud L. & Prodon R. (eds). *Fire in Mediterranean Ecosystems. Ecosystems Research Report n°5, Commission of the European Communities.*

Références bibliographiques

- **Pausa J.G., Lloret J., Rodrigo A. & Vallejo V.R., 2008.** – Are wildfires a disaster in the Mediterranean basin? - A review. *Int. J. WildlandFire*, 17: 713 - 723.
- **Pausas J.G., Ribeiro E. & Vallejo R., 2004.** – Post-fire regeneration variability of *Pinus halepensis* in the eastern Iberian Peninsula. *Forest. Ecol. Manag.*, 203: 251 – 259.
- **Pausas J.G. &Verdu M., 2005.** – Plant persistence traits in fire-prone ecosystems of the Mediterranean basin: a phylogenetic approach. *Oikos*, 109: 196 – 202.
- **Plaisance G., 1974.** - Conséquences des incendies. *Rev. For. Fr.* n° sp. 264p.
- **Quezel P., 1980.** - Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour méditerranéen. Dans *Actualités d'Ecologie Forestière. Sol, Flore, Faune*, ed. P. Pesson. Gauthier-Villars, Paris, pp. 205-255.
- **Quezel P. & Santa S., 1962-1963.** – *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. 2 vols, CNRS (eds). Paris. 1170 p.
- **Ramade F., 1984.** – *Elément d'écologie : Ecologie fondamentale*. Ed. Mc Graw-hill, Paris. 379 p.
- **Rigolot E., 1997.** - Incendie et biodiversité en région méditerranéenne française. *Rev. For. Medit.*, XVIII (1) : 35-38.
- **Roger P. & Marc C., 2005.** - La faune face au feu, *Espace naturels*. n°12. 11p.
- **Roy J. &Sonié L., 1992.** – Germination and population dynamics of *Cistus* species in relation to fire. *J.Appl. Ecol.*, 29: 647 – 655.
- **Scott K., Setterfield S., Douglas M. & Andersen A., 2010.** – Soil seedbanks confer resilience to savannagrass-layer plants duringseasonaldisturbance. *Acta Oecol.*, 36: 202 – 210.
- **Seigue A., 1985.** - La forêt méditerranéenne et ses problèmes. Edit Maisonneuve et Larose (Paris), 350p.
- **Seltzer P., 1946.** – *Le climat de l'Algérie*. IMPG Univ. d'Alger, Carbonel, Alger. 219 p.
- **Thanos C.A., 1999.** – Fire effects on forest vegetation, the case of Mediterranean pine forests in Greece. Pp. 323 - 334, *In: Wildfire Management*. G. Eftichidis, P. Balabanis, A. Ghazi (eds), (Proceedings of the Advanced Study Course held in Marathon, Greece).
- **Thanos C.A. &Georghiou K., 1988.** – Ecophysiology of fire-stimulatedseed germination in *Cistus incanus*ssp. *creticus*(L.) Hey. and *C. salvifolius* L. *Plant Cell. Environ.*, 11: 841 - 849.
- **Thanos C.A., Georghiou K., Kadis C. &Pantazi C., 1992.** – *Cistaceae*: a plant familywith hard seeds. *Israel J. Bot.*, 4: 251 - 263.
- **Thanos C. A., Marcou S.,Christodoulakis D. &YannitsarosA., 1989.** - Early post-fire regeneration in *Pinus brutia* forest ecosystem of Samos Island (Greece). *ActaOecol., Oecol. Plant.*, 10, 79-94.
- **Trabaud L., 1986.** - Aspect floristique de la recolonisation des garrigues de *Quercus coccifera* et des forêts de *Pinus halepensis* après l'incendie en Bas Languedoc (sud de la

France), In : Base écologique per la gestio bambiental, 13 - 16. Dip Barcelona. **Trabaud L., 1991.** - Le feu est-il un facteur de changement pour les systèmes écologiques du bassin méditerranéen ? *Sécheresse*, 3 (2): 163 - 174.

- **Trabaud L., 1983.**- Evolution après incendie de la structure de quelques phytocénoses méditerranéennes du Bas-Languedoc (sud de la France). *Ann.Sci. For*, 40 (2): 177-196.
- **Trabaud L., 1980.** – impact biologique et écologique des feux de végétation sur l'organisation, la structure et l'évolution de la végétation des zones de garrigues du Bas-Languedoc. Thèse Doct. d'Etat. U.S.T.L; Montpellier.288p.
- **TrabaudL., 1976.** – Inflammabilité et combustibilité des principales espèces des garrigues de la région méditerranéenne. *Ecol.Plant.*, 2:117-136.
- **Trabaud L., 1974.** Apport des études écologiques dans la lutte contre le feu .*Rev. For. Fr.* n° sp. 264p.
- **Trabaud L., 1970.** - Quelques valeurs et observations sur la phyto-dynamique des surfaces incendiées dans le Bas-Languedoc. *Nat. Mons. Sér. Bot*, 21: 231 – 242.
- **Trabaud L. &Lepart J., 1980.** - Diversity and stability in garrigue ecosystems after fire. *Vegetatio*, 43:49-57.
- **Trabaud L., Michels C. &Grosman J., 1985.** - Recovery of burnt *Pinus halepensis* Mill.Forests. Pine reconstitution after wildfire. *For. Ecol. Manage.*, 13, 167-179.
- **Velez R., 1999.** - Protection contre les incendies de forêt: principes et méthodes d'action. Centre international des hautes études agronomiques méditerranéennes.118p.
- **Wojterski T.W., 1990.** – Degradation stages oh the corkoakforests in the area of algiers. *Vegetation*, 87: 135 – 173.

REFERENCES ELECTRONIQUES

- <http://www.phyfond.free.fr>
- <http://www.espace-naturels.info/faune-face-feu>
- <https://www.interieur.gouv.fr/Espace-presse/Dossiers-de-presse/Lutte-contre-les-feux-de-forets>

Titre : Etat de la végétation de la pinède à *Pinus halepensis* du Parc National de Gouraya, deux années après incendie.

Mots-clés : Feux de forêts, pinède, composition floristique, régénération, stabilité

Résumé : Les feux de forêts sont un phénomène naturel et récurrent en Algérie. Si le feu est un agent de destruction, il est également un facteur de renouvellement naturel des forêts. Dans le cadre de ce mémoire nous avons analysé la composition floristique de la pinède à *Pinus halepensis* du fort Lemercier (PNG) deux années après l'incendie du 21 juillet 2016. Pour ce faire, nous avons réalisé un inventaire floristique global de la zone non incendiée (état témoin) et 12 relevés d'une superficie de 36 m² disposés aléatoirement sur toute l'étendue de la zone brûlée. Les résultats obtenus montrent une régénération importante de l'espèce forestière et une forte similarité floristique entre l'état incendié et le témoin non brûlé. En effet, 73% des espèces de l'état non incendié sont déjà présente à deux années après le passage du feu. L'importance de la barochorie confirme la stabilité de la pinède et l'absence de relais floristiques. A travers l'ensemble des résultats obtenu, il semble que le feu n'a pas bouleversé floristiquement la pinède du fort Lemercier, celle-ci se cicatrise plutôt et retourne à son état d'avant le feu.

Title: State of *Pinus halepensis* pine forest vegetation of Gouraya National Park, two years after fire.

Key words: Forest fire, pine forest, floristic composition, regeneration, stability

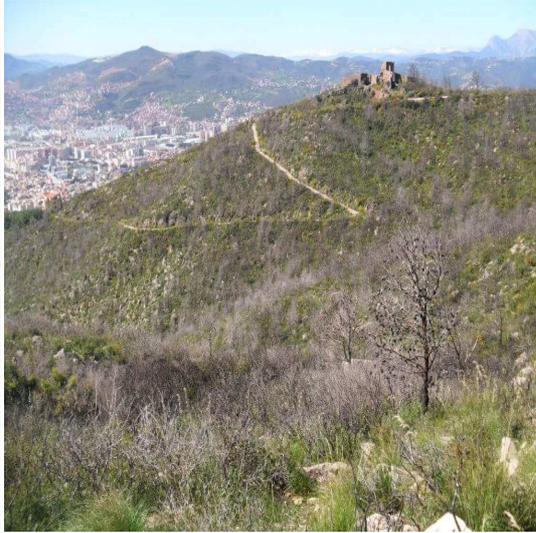
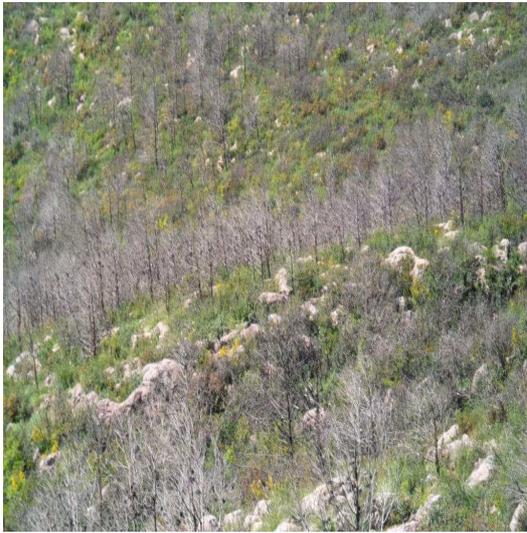
Summary: Forest fires are a natural and recurring phenomenon in Algeria. If fire is an agent of destruction, it is also a factor of natural forests renewal. In this thesis we analyzed the floristic composition of *Pinus halepensis* pine forest Fort Lemercier (PNG) two years after the fire of July 21, 2016. To do this, we conducted an overall floristic inventory of the unburned area (control state) and 12 surveys of 36 m² randomly arranged throughout the burned area. The results obtained show a significant regeneration of the forest species and a strong floristic similarity between the burned state and the unburned control. In fact, 73% of the unburned state species are already present two years after the fire. The importance of the barochorie confirms the stability of the pine forest and the absence of floristic relays. Throughout all the results obtained, it seems that the fire did not upset floristically the pine forest of Fort Lemercier, it heals rather and returns to its state before the fire.

Annexes

Annexe I: Photos de la zone non incendiée prises le 12/04/2018



Annexes II: photos de la pinède incendiée du fort lemercier prises le 29/03/2018



Fruit de *Quercus coccifera* brûlé



côns de *pinus halepensis* brûlés

Annexe III: Photos de quelques relevés floristiques de la zone incendiée



Relevé n°1



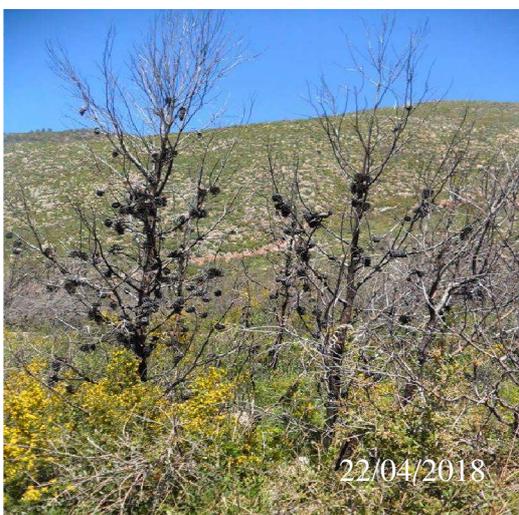
Relevé n°2



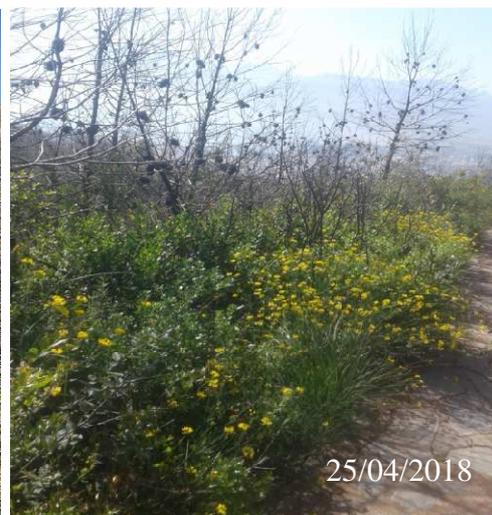
Relevé n°4



Relevé n°5



Relevé n°6



Relevé n°12

Annexe IV : Photos de pinus halepensis après deux de l'incendie :



Nom scientifique: *Pinus halepensis* Mill

Nom commun : Pin d'Alep

Famille: Pinaceae

Date: 23/03/2018

Pris par: Ouali Soraya



Date: 25/04/2018

Pris par: Dries fatsah