

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE



## MEMOIRE

Présenté à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou  
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

Par

**DIB Tassadit**

En vue de l'obtention du diplôme de Magister en Sciences Agronomiques  
Spécialité : Ecologie, biodiversité et dynamique des espèces et des peuplements forestiers

**IMPACT DES INCENDIES SUR LA DYNAMIQUE DE REPRISE  
VEGETATIVE DU CHENE LIEGE DE LA SUBERAIE DE KIADI  
(AKFADOU, TIZI-OUZOU)**

Devant le jury :

<b>Présidente :</b>	Hanachi Lynda	Maitre de conférences « A »	UMMTO
<b>Encadreur :</b>	Messaoudene Mahand	Directeur de recherche	INRF d'AZAZGA
<b>Examineur :</b>	Bekdouche Farid	Maitre de conférences « A »	UAMB
<b>Examinatrice :</b>	Krouchi Fazia	Maitre de conférences « A »	UMMTO
<b>Examinatrice :</b>	Meddour Ouahiba	Maitre de conférences « A »	UMMTO

Soutenue le 01/02/2017

*Votre départ nous a tous secouer, comme on dit un arbre qui s'écroule fait beaucoup plus de bruit que la forêt qui pousse. On ne vous oubliera jamais, vous resterez à jamais gravé dans nos mémoires tel un souvenir, rien n'est plus vivant qu'un souvenir.*

*Repose en paix a da Moh*

## Remerciements

C'est à mon encadreur, M<sup>r</sup> **Messaoudene Mahand (Paix à son âme)**, Directeur de Recherche à l'INRF d'Azazga, que je dois respect et gratitude pour m'avoir guidé à mener à bien cette étude. Sa disponibilité malgré ses nombreuses occupations et ses encouragements m'ont été d'une aide inestimable, il m'a suivi pas par pas depuis le départ, je n'oublierai jamais ses efforts et son soutien, tous les mots du monde ne suffiront pas pour le remercier, qu'il repose en paix.

Je suis très honorée que M<sup>lle</sup> **Hanachi Lynda**, Maitre de conférences « A » à l'université de Tizi-Ouzou, a modestement accepté de présider le jury. Qu'elle retrouve ici mes vifs remerciements.

Je remercie chaleureusement M<sup>lle</sup> **Krouchi Fazia**, Maitre de conférences « A » à l'université de Tizi-Ouzou, pour m'avoir fait l'honneur de se joindre au jury ainsi que pour ses divers conseils et orientations pendant la poste graduation. Elle m'a toujours été un exemple de rigueur scientifique et de valeurs humaines. Qu'elle retrouve ici mes humbles remerciements.

Je remercie également, M<sup>r</sup> **Bekdouche Farid** Maitre de conférences « A » à l'université de Bejaia et M<sup>me</sup> **Meddour Ouahiba**, Maitre de conférences « A » à l'université de Tizi-Ouzou d'avoir accepté d'examiner ce travail, je leurs en suis profondément reconnaissante.

Mes remerciements vont également aux **membres de la circonscription des forêts d'Azazga**, qui m'ont gentiment accueilli au sein de leur établissement et ont mis à ma disposition toutes les informations dont j'avais besoin.

Merci à M<sup>me</sup> **Kadi Bennane Saliha**, Maitre assistante « A » à l'université de Tizi-Ouzou, pour son aide, son soutien, ses conseils et ses encouragements. Je ne la remercierai jamais assez pour sa disponibilité, pour le temps qu'elle m'accorde avec gentillesse afin de répondre à mes questions. Elle m'a toujours été un exemple d'enseignante de qualité, une amie et une collègue. Merci beaucoup madame.

Je n'oublierai pas de remercier infiniment mon oncle **Aidoune Mohand Ouali**, qui m'a accompagné pendant les sorties sur terrain du premier jour jusqu'à la fin. Il m'a aidé à accomplir toutes les mesures nécessaires avec gentillesse et soutien. Qu'il retrouve ici ma profonde reconnaissance.

Grand merci à **mes parents**, les deux êtres les plus chers au monde, symbole de tendresse, pour leurs soutiens, encouragements, présence et aide. Je remercie également mes frères et sœurs (Mila, Lina, Koceila et Ferhat) et toute ma famille pour leurs soutiens, ainsi que toutes les personnes qui m'y sont chères et qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

## Liste des figures

<b>Figure 01</b> : Rejets aériens de <i>Quercus suber</i> après incendie .....	8
<b>Figure 02</b> : Appareil aérien de <i>Quercus suber</i> calciné après incendie .....	8
<b>Figure 03</b> : Structure d'une coupe longitudinale d'un tronc de chêne liège .....	9
<b>Figure 04</b> : Sol d'une suberaie riche en cendre après passage d'incendie.....	10
<b>Figure 05</b> : Tortue brûlée après incendie.....	10
<b>Figure 06</b> : Suberaie au moment d'incendie et quelques mois après l'incendie.....	11
<b>Figure 07</b> : Zone d'étude (Kiadi, Akfadou, Tizi-Ouzou) .....	13
<b>Figure 08</b> : Présentation de la surface brûlée par année dans la suberaie de Kiadi .....	16
<b>Figure 09</b> : Histogramme du nombre d'incendie par année dans la suberaie de Kiadi .....	17
<b>Figure 10</b> : Histogrammes de distribution des fréquences relatives par classes de diamètre .....	19
<b>Figure 11</b> : Histogrammes de distribution des fréquences relatives par classes de hauteur du démasclage.....	20
<b>Figure 12</b> : Histogrammes de distribution des fréquences relatives par classes de degré d'incendie ...	21
<b>Figure 13</b> : Histogrammes des distributions des fréquences relatives par classes de reprise végétative.....	23
<b>Figure 14</b> : Histogrammes des distributions des fréquences relatives par classes d'épaisseurs du liège.....	24
<b>Figure 15</b> : Histogrammes de distribution des fréquences relatives par classes de nombre de rejets ...	25
<b>Figure 16</b> : Histogrammes de distribution des fréquences relatives par classes de hauteurs du sous-bois.....	27
<b>Figure 17</b> : Histogrammes de distribution des fréquences relatives par classes de recouvrement du peuplement.....	28
<b>Figure 18</b> : Histogrammes de distribution des fréquences relatives par classes de recouvrement du sous-bois.....	29

<b>Figure 19 :</b> Histogrammes de distribution des fréquences relatives par classes de densité du peuplement.....	31
<b>Figure 20 :</b> Reprise végétative du chêne liège en fonction de la hauteur du sous-bois .....	32
<b>Figure 21 :</b> Reprise végétative du chêne liège en fonction du recouvrement du peuplement .....	33
<b>Figure 22 :</b> Reprise végétative du chêne liège en fonction du recouvrement du sous-bois.....	34
<b>Figure 23 :</b> Reprise végétative du chêne liège en fonction de l'épaisseur du liège .....	35
<b>Figure 24 :</b> Reprise végétative du chêne liège en fonction du degré d'incendie.....	36
<b>Figure 25 :</b> Reprise végétative du chêne liège en fonction de la vigueur de l'arbre .....	37
<b>Figure 26 :</b> Reprise végétative du chêne liège en fonction du démasclage de l'arbre.....	38
<b>Figure 27 :</b> Reprise végétative de l'arbre du chêne liège en fonction de son diamètre .....	38
<b>Figure 28 :</b> Reprise végétative de l'arbre du chêne liège en fonction du nombre de rejets.....	39
<b>Figure 29 :</b> Reprise végétative de l'arbre du chêne en fonction de la taille du plus grand rejet.....	40
<b>Figure 30 :</b> Cercle de corrélation des variables étudiées .....	41
<b>Figure 31 :</b> Plan factoriel des variables étudiées .....	42
<b>Figure 32 :</b> Individus morts à couper.....	49
<b>Figure 33 :</b> Branches mortes à éliminer.....	49
<b>Figure 34 :</b> Présence d'animaux dans la suberaie de Kiadi.....	50
<b>Figure 35 :</b> combustibles autour des individus à éliminer.....	51

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : Présentation des variables décrites et quantifiées.....	15
<b>Tableau 2</b> : Résultats de l'analyse descriptive des zones d'inventaire pour les diamètres.....	18
<b>Tableau 3</b> : Résultats de l'analyse descriptive des zones d'inventaire pour les hauteurs du démasclage .....	19
<b>Tableau 4</b> : Résultats de l'analyse descriptive des zones d'inventaire pour les degrés d'incendie .....	21
<b>Tableau 5</b> : Résultats de l'analyse descriptive des zones d'inventaire pour la reprise végétative.....	22
<b>Tableau 6</b> : Résultats de l'analyse descriptive des zones d'inventaire pour l'épaisseur du liège.....	23
<b>Tableau 7</b> : Résultats de l'analyse descriptive des zones d'inventaire pour le nombre de rejets/ha .....	25
<b>Tableau 8</b> : Résultats de l'analyse descriptive des zones d'inventaire pour les hauteurs du sous bois .....	26
<b>Tableau 9</b> : Résultats de l'analyse descriptive des zones d'inventaire pour le recouvrement peuplement .....	27
<b>Tableau 10</b> : Résultats de l'analyse descriptive des zones d'inventaire pour le recouvrement sous bois .....	29
<b>Tableau 11</b> : Résultats de l'analyse descriptive des zones d'inventaire pour la densité du peuplement/ha .....	30
<b>Tableau 12</b> : Statistiques de la régression multiples de la reprise par individus .....	43
<b>Tableau 13</b> : Coefficients de la régression de la reprise végétative par individu .....	44

## Liste des abréviations

**ACP** : Analyse des composantes principales

**Alt** : Altitude

**Cir** : Variable circonférence à 1.30 m

**Clr** : Couleur du sol

**Diam** : Diamètre de l'arbre

**Din** : Degré de brûlure

**Dms** : Démasclage de l'arbre

**Drjh** : Densité des rejets à l'hectare

**Elg** : Epaisseur du liège

**Exp** : Exposition

**Hdm** : Hauteur du démasclage

**Hsb** : Hauteur du sous-bois

**Hum** : Humidité du sol

**Natrs** : Nature du sol

**Nbrj** : Nombre de rejets de souches

**Nrss** : Densité des arbres à l'hectare

**Pen** : Pente

**Rep** : Recouvrement du peuplement

**Repr** : Reprise végétative

**Rsb** : Recouvrement du sous-bois

**Tgrj** : Taille du plus grand brin

**Tlg** : Type du liège

**Vig** : Vigueur de l'arbre

**Z** : Zone

## Sommaire

<b>Introduction générale</b> .....	1
<b>Chapitre I : Etats des connaissances sur le chêne liège et les incendies</b> .....	4
1.1. Considérations historiques, écologiques et géographiques.....	4
1.2. Généralités sur les incendies.....	6
1.3. Impact des incendies sur l'écosystème suberaie.....	8
1.3.1. Incendie et vitalité de l'arbre.....	8
1.3.2. Impact des incendies sur le sol.....	9
1.3.3. Impact des incendies sur la faune.....	10
1.3.4. Impact des incendies sur le cortège floristique.....	10
<b>Chapitre II : Matériel et méthodes</b> .....	12
2.1. Choix et description de la zone d'étude.....	12
2.2. Méthode d'échantillonnage et d'inventaire.....	13
<b>Chapitre III : Résultats et discussion</b> .....	16
3.1. Historique des incendies de Kiadi.....	16
3.2. Structure des parcelles d'inventaire.....	17
3.2.1. Structure des diamètres.....	17
3.2.2. Structure des hauteurs du démasclage.....	19
3.2.3. Structure des degrés d'incendie.....	20
3.2.4. Structure de la reprise végétative.....	22
3.2.5. Structure des épaisseurs du liège.....	23
3.2.6. Structure du nombre de rejets par pied.....	24
3.2.7. Structure des hauteurs du sous-bois.....	26
3.2.8. Structure du recouvrement du peuplement.....	27
3.2.9. Structure du recouvrement du sous-bois.....	28
3.2.10. Structure de la densité du peuplement à l'hectare.....	30
3.3. Reprise végétative du chêne liège dans la suberaie de Kiadi.....	31
3.3.1. Reprise végétative du chêne liège en fonction de la hauteur du sous-bois.....	32
3.3.2. Reprise végétative du chêne liège en fonction du recouvrement du peuplement.....	33
3.3.3. Reprise végétative du chêne liège en fonction du recouvrement du sous-bois.....	33
3.3.4. Reprise végétative du chêne liège en fonction de l'épaisseur du liège.....	34
3.3.5. Reprise végétative du chêne liège en fonction du degré d'incendie.....	35
3.3.6. Reprise végétative du chêne liège en fonction de la vigueur de l'arbre.....	36

3.3.7. Reprise végétative du chêne liège en fonction du démasclage de l'arbre .....	37
3.3.8. Reprise végétative du chêne liège en fonction du diamètre de l'arbre .....	38
3.3.9. Reprise végétative du chêne liège en fonction du nombre de rejets par pied.....	39
3.3.10. Reprise végétative du chêne liège en fonction de la taille du plus grand rejet .....	39
3.4. Analyses en composantes principales (ACP) .....	40
3.5. Modélisation de la reprise végétative des individus de Kiadi après incendie.....	43
3.5.1. Statistique de la régression multiple.....	43
3.5.2. Coefficient de la régression multiple.....	44
<b>Chapitre IV : Discussion générale.....</b>	<b>45</b>
<b>Conclusion, Recommandations et Perspectives .....</b>	<b>48</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>52</b>
 Annexes	

---

# Introduction générale

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

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

L'impact de ces incendies récurrents provoque la fragmentation de l'écosystème "suberaie", par conséquent réduit la densité des peuplements et biaise la structure globale. Directement, ils réduisent la production nationale en liège susceptible d'alimenter les nombreuses unités de transformation de liège d'où les pertes économiques importantes. Dans

plusieurs régions subéricoles, après incendies, la futaie à chêne se transforme en taillis très denses qui deviennent plus fragiles aux feux (Messaoudene, 2009). Cette situation a réduit la suberaie productive à 229.000ha (DGF, 2006), soit une perte de l'ordre de 45% par rapport à l'aire de la suberaie nationale qui se situerait entre 410 000 à 480 000 ha (Saccardy, 1937 ; Alili, 1983 ; Yessad, 2000 ; Quezel et Medail, 2003 ; Abbas 2006). En plus, ils rendent l'écosystème à chêne liège très sensible et la régénération naturelle devient limitée et tributaire des circonstances favorables (Younsi, 2006).

La survie des individus du chêne liège et leurs capacités de régénération sont influencés par des facteurs liés aux caractéristiques de l'incendie (intensité), la topographie et le climat de la situation, ainsi qu'aux caractéristiques de l'arbre (Ryan, 1982 ; Miller, 2000 ; Gonzalez, 2007). La résistance du chêne liège aux incendies dépend largement de la présence des traits adaptifs qui protègent ses tissus et des réserves à carbohydrates (Whelan, 1995).

Bien que le chêne liège (*Quercus suber*) est considérée comme une espèce à haute résistance et résilience, diverses études suggèrent que ses réponses après incendies sont variables (Pausas et al, 1997 ; Berberis et al, 2003 ; Moreira et al, 2009) mais les raisons derrière ces variabilités restent peu connues, ainsi que la reprise végétative de cette espèce et les facteurs liés à cette dernière sont peu évalués.

L'objectif de notre travail est l'évaluation et d'étude de l'impact de l'incendie sur la reprise végétative du chêne liège. Les résultats attendus pourraient être d'un apport important pour asseoir les techniques d'assainissement et d'aménagement durable ultérieures.

L'approche initiée consiste à : i) Evaluer la reprise végétative de la suberaie de Kiadi (Akfadou) après incendie, ii) Mettre en évidence les facteurs influençant cette reprise, iii) Modéliser la reprise végétative des individus de la subéraie de Kiadi après incendie en fonction des descripteurs majeurs, iiiii) Développer quelques perspectives et recommandations pour l'aménagement de la suberaie d'étude après passage d'incendie.

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

- Chapitre I : Fait ressortir l'état des connaissances sur le chêne liège (*Quercus suber*) et sur les incendies.
- Chapitre II : consacré à la description du milieu d'étude, de la méthode d'échantillonnage et à l'acquisition des données.

## Introduction générale

- Chapitre III : consacré à la présentation des analyses statistiques et à la discussion des réponses à la problématique suggérée préalablement.
- Chapitre IV : présente une synthèse et discussion générale du travail

Nous concluons le travail avec des perspectives et recommandations adéquates pour l'aménagement de la suberaie de Kiadi.

## Chapitre I

# Etat des connaissances sur le chêne liège et les incendies

### 1.1. Considérations historiques, écologiques et géographiques

Les enregistrements polliniques établis par Semah et al. (2004) ont retracés que le chêne liège dominait le paysage de la méditerranée durant les 2 à 3 derniers millénaires. Le chêne liège est présent en méditerranée occidentale depuis plus de 60 million d'années (Reille, 1977). Cependant, les fortes variations climatiques et anthropiques de cette longue période ont réduit considérablement son aire de répartition (IML, 2005).

En Espagne, le chêne liège aurait existé entre 8000 et 13000 ans BP. Le chêne liège était abondant à basses altitudes au début du postglaciaire. Le développement du chêne liège marque le début de la période chaude et humide de l'Holocène vers 8200 ans BP, à partir de 6000 BP on note un pourcentage important de chêne liège et de pistachier (Pons et al, 1988).

Au Maroc le diagramme pollinique de Cheddadi (2004) note la présence de chêne liège entre 5000 et 6000 ans BP, le chêne liège c'était maintenu durant les 3 derniers millénaires. En Tunisie, il a été enregistré durant la dernière période glaciaire centrée autour de 20000 ans la présence de *Quercus suber*. Il apparait que les chênes n'avaient pris de l'importance dans les massifs montagneux de la grande Kabylie qu'après 9000 ans et dans le rif marocain qu'après 6000 ans BP.

En Algérie, l'une des études les plus détaillées du quaternaire récent est celle de Salamani (1993), le diagramme pollinique établi couvre les derniers 12000 ans. Les enregistrements polliniques de l'Akfadou enregistrent la présence du chêne liège estimé à

environ 12000 ans jusqu'à 9000 ans environ. Cet auteur rattache l'expansion du chêne liège à l'action anthropique. D'après les études des macroreste végétaux rencontrés dans l'Akfadou et maison carrée la chênaie caducifoliée aurait existé il y a 25000 ans de cela et ce suite à la période d'aridité prononcée de la période ibéromaurusienne (Arambourg et al, 1953).

L'intérêt accordé au chêne liège (*Quercus suber*) par les scientifiques remonte à des siècles passés, il a été décrit pour la première fois par Linnée en 1753 (Lamey, 1893). Ultérieurement, plusieurs ouvrages ont décrit et développé les divers aspects liés à l'espèce, à la suberaie et au liège, nous citons Lamey (1893), Saccardy (1937), Pouillade (1952) et Natividade (1956), Plaisance (1977), Zeraia (1981) et Yessad (2000).

Au fur et à mesure que les recherches avançaient, les scientifiques prenaient conscience de l'importance de cette espèce sur le plan économique, écologique et social. Dès lors, plusieurs études avancées et diversifiées lui ont été réservées. Parmi ces travaux, Lumaret et Toumi (1998) et Lumaret et al. (2005) se sont intéressés à la génétiques et phylogéographie de cette espèce, tandis que Varela (2004) ; Pintus et al, (2006), Abas (2006) et Margot (2006) se sont intéressés à son l'aspect économique. L'aspect écologique du chêne liège était largement exploité par divers auteurs que parmi nous citons : Merouani (1996), Messaoudene et al. (2009), Schaffhauser et al. (2014), Bekdouche (2010), Pausas et al. (2014).

D'année en année les auteurs ont remarqué que le chêne liège est en déclin dans plusieurs régions méditerranéennes, causé par plusieurs facteurs et principalement les incendies (Pausas, 1997 ; Bertrand, 2007 ; Moreira et al, 2009 ; Oliveiras, 2009). De ce fait leurs études se dirigèrent vers le comportement de cette espèce vis-à-vis de ce phénomène. Cette problématique était sujette de plusieurs travaux en Algérie, à leurs lumières Oulmouhoub (2007), Bennadja et al. (2007), Arfa et al. (2009), Messaoudene (2009), Meddour et al. (2010) et Bekdouche (2010), chacun sous un aspect différent avait essayé d'étudier, comprendre, remédier et tenter de venir en aide à cette espèce à grande importance pour l'Algérie.

Sur le plan international, l'intérêt accordé à l'espèce et son produit liège ont suscité les scientifiques, gestionnaires et industriels d'organiser des journées de réunions, des congrès et des séminaires. En Algérie, tous les deux ans des journées appelées MedSuber s'organisent à l'honneur de cette espèce. La première avait lieu à Tlemcen en 2009, la seconde à Jijel en 2011 et la troisième à Tizi-Ouzou en 2015. Elles ont réuni les trois communautés autour de

la Gestion durable des suberaies, la production en liège et la transformation industrielle du liège.

Sur le plan écologique et forestier, sans rentrer dans les détails de la littérature, le chêne liège est une espèce méditerranéo-atlantique. Il est géographiquement situé au Portugal, Espagne, Algérie, Maroc, France, Tunisie et l'Italie par ordre de superficie (Zeraia, 1981 ; Berberis, 2003 ; Piazzetta, 2005) où il couvre plus de 3 millions d'hectares (Bernetti, 1995 ; Pausas et al, 2009). En Algérie, le chêne liège domine dans la partie humide de l'est jusqu'à la frontière tunisienne et s'étendant du littoral méditerranéen au nord aux chaînes telliennes au sud couvrant une superficie appréciable de 410 000ha (Bouhraoua, 2003 ; Silva et Catry, 2006).

Ses exigences écologiques sont principalement : lumière, chaleur et humidité. Le chêne liège préfère les sols siliceux. Il est capable de pousser dans des sols pauvres et extrêmement acides mais craint les substrats calcaires, c'est une espèce calcifuge stricte (Berberis, 2003 ; Younsi, 2006). Cette espèce pousse sous des climats tempérés, d'une température annuelle de l'ordre de 13 à 16°C à hivers doux et recevant une pluviométrie supérieure à 600mm / an, c'est une espèce thermophile (Blanco et al, 1997 ; Aafi, 2005 ; Pausas, 2009). *Quercus suber* est une espèce héliophile, de pleine lumière et exige une forte insolation, la cohabitation avec d'autres espèces est possible mais c'est en peuplement pur qu'il se développe le mieux (Bekdouche, 2012). C'est aussi une essence xérophile, il lui faut en outre une humidité constamment élevée, de l'ordre de 60% dans la saison la plus sèche (Saccardy, 1938).

## **1.2. Généralités sur les incendies**

Le feu est une force écologique ancienne qui a modulée la plupart des communautés végétales et des paysages du bassin méditerranéen (Trabaud, 1991 ; Bond et al, 2005), jouant un rôle prépondérant dans la dynamique et le fonctionnement des communautés végétales méditerranéennes (Oulmouhoub, 2007 ; Bekdouche, 2010).

D'après Benjamaa (2004), les incendies sont dus à divers facteurs, classés en causes structurelles et causes immédiates. Parmi les causes structurelles on retrouve : i) Les conditions climatiques (Orioux, 1974), ii) la haute inflammabilité de la plus part des espèces forestières (Colin, 2001), iii) la grande accumulation de combustible ligneux en forêt entraînant l'inflammation des végétaux voisins (Velez, 1999). Les causes immédiates sont

aussi très nombreuses à cause de l'intervention intense de l'homme, constituant de vraies menaces surtout dans le bassin méditerranéen (Colin, 2001) causant divers incendies soit par accidents, par imprudence en jetant des mégots de cigarettes, incinération de chaumes, chauffage, par inattention, provoqués par des pyromanes ou bien une vengeance et très particulièrement par causes naturelles (foudre) ne représentant que 1 à 5 % des causes ou inconnues qui sont toujours d'un taux élevé (Velez, 1999).

Les forêts sont sujettes à la dégradation par le feu qui ravage chaque année des dizaines de milliers d'hectares (Seigue, 1987). Différentes études ont montrées que l'influence des incendies sur l'écosystème forestier dépend de l'incendie lui-même, de la qualité de la végétation et du climat, certains auteurs ont noté qu'un feu à faible intensité est bien bénéfique pour la forêt en améliorant les caractéristiques des sols (Dib et al, 2013) et en stimulant la germination des graines (De Luis, 2008) tandis qu'un incendie intense accompagné d'une végétation combustible, ce qui est le cas de la région méditerranéenne, constitue un facteur clé de dégradation des forêts affectant leur composition, dynamique (Pausas, 1999) ainsi que la structure de la végétation en place (Trabaud, 1984) et puis leur récurrence menace la survie de plusieurs plantes (Curt, 2009).

En Algérie, D'après Meddour et al. (2012), l'incendie serait le facteur principal de dégradation des forêts d'un taux annuel de 45000 à 50000 ha. Au nord Algérien, une moyenne de 1636 incendies brûle environ 35024 ha par année. Les mêmes auteurs ont signalé que l'Algérie est marquée par la grande prévalence d'incendies à causes anthropiques. Dans certains cas, ces incendies se déclenchent de façon volontaire par exemple pour des raisons criminelles, dans d'autres cas, ils sont reliés aux activités forestières et agricoles. Par contre, les conditions climatiques ne seraient pas raisons du déclenchement d'incendies en Algérie mais elles contribuent à sa propagation sous un environnement chaud et sec associé avec la faible humidité des combustibles.

Après incendie, la forêt offre un spectacle désolant, les herbes, branches, troncs, brindilles sont calcinés ce qui détériore le paysage (Seigue, 1987). Globalement, la végétation, la faune, la flore et les sols subissent des modifications diverses que ce soit à grande ou à petite échelle (Trabaud, 1991). Bekdouche (2012), avait cité que la pression des feux empêche toute reconstitution forestière et oriente la dynamique des communautés incendiées vers des successions régressives. Il avait noté que certaines communautés comme les formations forestières dominées par les résineux accusent le coup sévèrement et peuvent emprunter la

voie des séries régressives. D'autres, comme la suberaie, s'adaptent remarquablement au passage récurrent de l'incendie et arrivent à se cicatriser en un laps de temps assez court.

### 1.3. Impact des incendies sur l'écosystème suberaie

L'écosystème subéraie est le plus vulnérable aux incendies, chaque année des milliers d'hectares de forêts de chêne liège méditerranéen sont brûlées (Berberis, 2003). Pour ce, différents auteurs ont insisté sur la gravité des dommages causés aux subéraies par le feu, sur l'estimation de ces dommages et sur les mesures sylvicoles ou autres de nature à éviter ou à réduire leurs dégâts. Mais parmi les essences typiquement méditerranéennes, le chêne liège se montre le mieux adapté au phénomène structural que représente l'incendie parfois même il en tire des avantages de sa régénération rapide face à la mortalité généralisée des autres essences forestières avec lesquelles il est en concurrence (Rossello, 2008). En fait quelques semaines après le feu, une explosion de rejets aériens et de drageons apporte une verdure rafraichissante et optimiste sur le fond noir du paysage calciné des collines méditerranéennes (Amandier, 2004). Le chêne liège grâce à la protection que lui fournit son écorce subéreuse et aux nombreux bourgeons dormants situés sous celle-ci (Fig. 1), peut garder son port d'arbre et reconstituer une ambiance forestière en quelques années (Piazzetta, 2004). La suberaie ainsi incendiée pourrait se cicatriser et être productive après 35 ans.



Figure 1 : Rejets aériens de *Quercus suber* après incendie (Source : Dib (2012) à Taksebt)

#### 1.3.1. Incendie et vitalité de l'arbre

L'impact initial des feux de forêt est la destruction de la canopée, appareil aérien de l'arbre (Berberis, 2003), qui réagit en fonction de l'intensité du feu, de l'état de l'arbre mais surtout de son liège (Fig. 2). Un arbre démasclé depuis peu de temps est condamné à périr contrairement aux arbres non démasclés. Les peuplements peuvent survivre à des incendies successifs en raison de sa couverture en liège (Boudy, 1951 ; Lamey, 1893) ; Elle protège l'assise cambiale de l'arbre assurant sa survie et les branches détruites sont remplacées par de nouveaux rameaux développés à partir des bourgeons



Figure 2 : Appareil aérien de *Quercus suber* calciné après incendie (source : Messaoudene (2014) à Kia di)

dormants (colin, 2001). Si le volume de la canopée est entièrement endommagé ce n'est pas un aspect clé influençant la survie post incendie de l'arbre car le chêne liège peut facilement recouvrir sa canopée (Pausas, 1997), il a la particularité de se régénérer au niveau de la canopée et au niveau du sol d'où sa reconstitution rapide d'une structure quasi-forestière (Jacquet et al, 2007). Mais L'intensité de l'incendie, l'altération du collet peuvent être à l'origine d'une perte de vigueur de l'arbre, pouvant entraîner sa mort (colin, 2001). Ce matériau "liège" (Fig. 3) constitue un isolant thermique, qui fait de cette espèce une des espèces les moins sensibles au feu (Colin, 2001). *Quercus suber* est le seul chêne qui a la capacité d'avoir un phellogène active toute au long de sa vie. Il produit des couches de liège à l'extérieur (Moreira et al, 2007), qui protègent de façon adéquate les individus ; ce, en empêchant au feu d'atteindre le bois, c'est une variable clé de détermination de la survie de l'arbre après incendie (Pintus et al, 2004). Cette protection est en fonction de l'épaisseur du liège (Pausas, 1997). Les arbres dont le liège est épais résistent au feu et peuvent être récupérés facilement (Pintus et al, 2004).

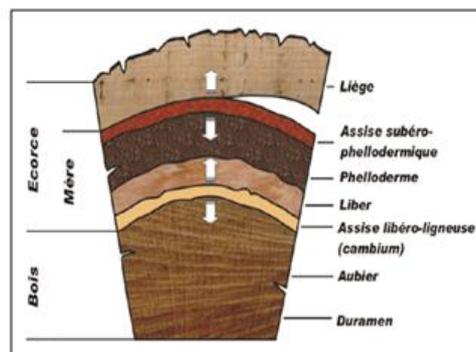


Figure 3 : Structure d'une coupe longitudinale d'un tronc de Chêne liège (Source : Planète liège.com)

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

### 1.3.2. Impact des incendies sur le sol

Le passage du feu agit sur la structure, composition et sur les microorganismes du sol, qui, à leurs tours agissent sur l'arbre (Colin 2001). Le feu induit une diminution de la stabilité des agrégats conduisant à une structure particulière. Cette transformation entraîne la réduction de la capacité de rétention et le taux d'infiltration de l'eau (Colin, 2001). L'enrichissement du sol en éléments minéraux solubles et des cendres qui proviennent de la combustion de la végétation apportent de l'azote, du phosphore et du potassium sous des formes assimilables (Fig. 4). Ces apports consécutifs au feu favorisent l'apparition et la croissance des rejets. Ce

sont les couches superficielles les plus riches en matière organique et les plus actives biologiquement qui sont les plus touchées (Colin, 2001). D'un autre côté, suite à l'incendie le sol est mis à nu et les modifications structurales induites par le feu augmentent très fortement les risques d'érosion (Berberis, 2003).

### 1.3.3. Impact des incendies sur la faune

L'incendie affecte de façons différentes les divers groupes faunistiques. Certains ne survivent pas, brûlés ou asphyxiés par les fumées (Fig. 5), notamment, la faune qui vit dans la litière ; et d'autres échappent au feu en fuyant et en trouvant des abris, ce qui est le cas de la faune du sol profond. Les chances de survie des animaux dépendent de l'intensité du feu et de sa durée.

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

### 1.3.4. Impact des incendies sur le cortège floristique

Après l'incendie, la végétation retourne à son état initial naturellement (Colin, 2001 ; Bekdouche, 2012). Le passage du feu élimine momentanément toute la végétation épigée, un nouvel équilibre va se mettre en place au cours de la cicatrisation de la subéraie (Fig. 6). Les communautés perturbées se reconstituent identiques à celles qui préexistaient aux feux. La reconstitution des zones brûlées s'effectue à la fois floristiquement et structurellement (Bekdouche, 2012). Cela est dû essentiellement aux stocks de graines dormantes dans le sol, dont la germination est rapidement déclenchée suivant le traumatisme (Oulmouhoub, 2007). Bekdouche (2012) met en évidence la succession et la dynamique des espèces après feu dans la Mizrana. Il a constaté qu'à partir du deuxième mois après perturbation, la recolonisation du terrain devient de plus en plus effective. Plusieurs espèces brûlées reprennent, notamment par



Figure 4 : Sol d'une suberaie riche en cendre après passage d'incendie (source : Dib (2012) à Taksebt)



Figure 5 : Tortue brûlée après incendie (Source : Messaoudene (2009) à Collo)

voie végétative, d'autres, qui n'ont pas cette capacité reprennent par la voie sexuée, soit à partir de graine portées par la plante mère ou à partir de la banque des semences enfouies dans le sol. Ces espèces profitent de l'espace libéré, de l'apport des cendres (phosphore) et des conditions écologiques offertes par les incendies (lumière) et forment alors sous le chêne liège de véritables pelouses (Trabaud, 1987).



(Source : Messaoudene (2014) à Kiadi)



(Source : Dib (2014) à Kiadi)

**Figure 6** : Suberaie au moment de l'incendie et quelques mois après l'incendie

## Chapitre II

---

# Matériel et Méthodes

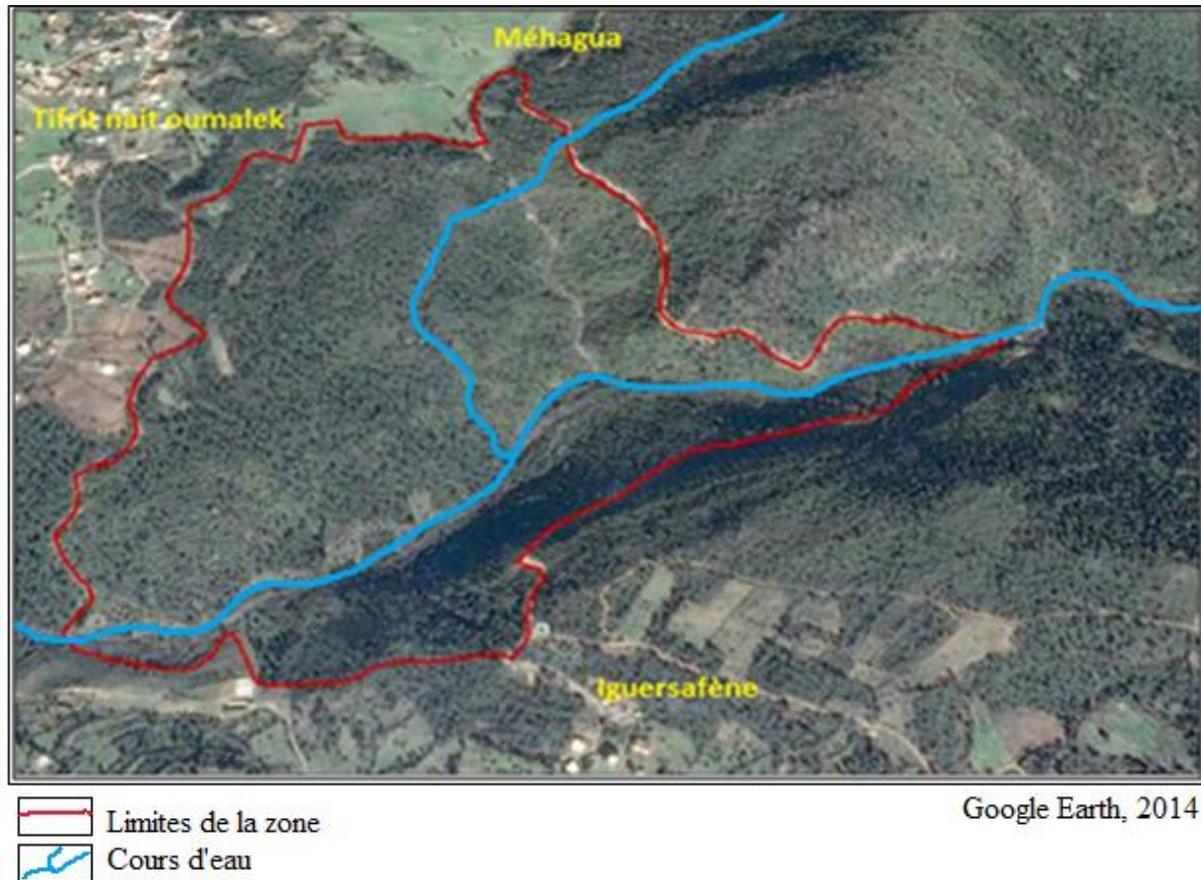
### 2.1. Choix et description de la zone d'étude

Le choix de la suberaie domaniale de Kiadi, située à l'Ouest de l'Akfadou, est dicté par les feux récurrents, sa situation géographique entre trois villages Tifrit, Iguersafene et Mehaga, donc soumise à une forte pression anthropique et sa condition topographique, présence de vallons, plateaux et terrains à relief accidenté vers l'amont (pente : 14% - 45%). Cette suberaie est traversée par un cours d'eau (Acif N Abdelali) à écoulement permanent qui pourrait, à titre d'hypothèse, avoir une certaine influence sur la reprise végétative ou minimiser l'impact du feu sur une partie de la suberaie la juxtaposant. Cette suberaie dépend administrativement de la conservation des forêts de la wilaya de Tizi-Ouzou et rattachée à la circonscription d'Azazga, district Idjeur (Fig. 7).

La zone d'étude s'étend sur environ 144.85ha (BNEF, 1989), d'une altitude variant entre 700 à 850m et repose sur un sol brun forestier humide et dans certains cas en présence des éboulis de grès de Numidie. Elle est située dans le bioclimat humide à variante tempérée et l'étage de végétation du méso-méditerranéen (Messaoudene, 1989).

La Suberaie de Kiadi est composée essentiellement de chêne liège, parfois mélangée au chêne zeen. Ces peuplements sont accompagnés par les espèces du cortège du chêne liège, essentiellement par : *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Phillyrea angustifolia*, *Cistus salvifolius*, *Cytisus triflorus*, *Lavandula Stoechas*, *Asparagus acutifolius*, *Ampelodesma mauritanica*,

*Pistacia lentiscus*, *Crataegus monogyna*, *Rubus ulmifolius*, *Pteridium aquilinum*, *Phillyrea latifolia*, *Myrtus communis*.



**Figure 7 :** Zone d'étude (Kiadi, Akfadou, Tizi-Ouzou)

## 2.2. Méthode d'échantillonnage et d'inventaire

Au total neuf (9) parcelles à travers la zone d'étude ont été sélectionnées selon le degré de brûlure des individus en se basant sur l'aspect visuel, qui d'après Catry et al (2009) est une méthode assez robuste pour minimiser la subjectivité d'évaluation dans la recherche scientifique. Dans chaque parcelle, un transect a été installé suivant la longueur de la parcelle elle-même. Sur chacun des transects, des placettes de formes circulaires de 200 m<sup>2</sup> ont été matérialisées systématiquement tous les 200m. Le rayon des placettes variait entre 8 et 12 mètres, choisis en fonction de la pente de chaque placette, selon la méthode de plaisance (1995) qui avait présentait les rayons adéquats pour chaque superficie voulue en fonction des divers pourcentages de pentes. Différentes mesures stationnels ont été réalisées à l'intérieurs de chaque placette. Ainsi, le nombre placettes inventoriées est de 79.

Tous les individus présents à l'intérieur des placettes précédemment matérialisées ont été recensés et mesurés. Egalement, les descripteurs du milieu ont été enregistrés. Au total, 730 arbres ont fait l'objet de mesures. Le tableau 1 récapitule les descripteurs mesurés.

Pour une meilleure connaissance de l'état des incendies de Kiadi et leurs historiques, une enquête a été menée au niveau de la circonscription d'Azazga où la zone d'étude est affiliée. Au niveau de cet organisme, les données sont archivées où figurent les dates des incendies, l'heure de déclaration du feu et la superficie parcourue ainsi les espèces touchées par l'incendie. Nous avons récolté des données d'une période de 10 ans, partant de 2005 jusqu'à l'année de notre échantillonnage (2015).

Les données collectées sont présentées sous forme graphique et appuyées par une analyse descriptive (moyennes, coefficients de variation, les écarts types, les coefficients d'aplatissements, l'erreur relative et le coefficient d'asymétrie), tests de comparaison de moyennes, le calcul de corrélation entre les variables introduites et l'analyse en composantes principales, et ce pour appréhender au mieux l'impact des incendies sur la zone d'étude. L'ensemble de ces analyses statistiques ont été réalisées à l'aide des logiciels : Excel 2007 et XLSTAT 2015.

**Tableau 1** : Présentation des variables décrites et quantifiées

<b>Variable</b> <b>Description</b>	<b>Altitude (m)</b>	<b>Exposition</b>	<b>Pente (%)</b>	<b>Recouvrement du peuplement</b>	<b>Recouvrement du sous bois</b>	<b>Couleur du sol</b>	<b>Humidité du sol</b>	<b>Hauteur du sous bois (cm)</b>	<b>Diamètre de l'arbre (cm)</b>
<b>Type de la variable</b>	explicative	explicative	explicative	explicative	explicative	explicative	explicative	explicative	explicative
<b>Symbole</b>	Alt	Exp	Pen	Rep	Rsb	Clr	Hum	Hsb	Diam
<b>Variante</b>	700 - 860	N :1 E :2 W :3 S : 4 NE: 12 SW: 34	Classe1 : [10-20[ Classe2 : [20-30[ Classe3 : [30-40[ Classe4 : [40-50[	Classe1 : [0-25[ Classe2 : [25-50[ Classe3 : [50-75[ Classe4 : [75-100[	Classe1 : [0-25[ Classe2 : [25-50[ Classe3 : [50-75[ Classe4 : [75-100[	Brun : 1 Rouille : 2	Humide : 1 Sec : 2	Classe1 : [0-50[ Classe2 : [50-100[ Classe3 : [100-150[ Classe4 : [150-200[ Classe5 : [200-250[	Classe1 : [0-10[ Classe2 : [10-20[ Classe3 : [20-30[ Classe4 : [30-40[ Classe5 : [40-50[ Classe6 : [50-60[ Classe7 : [60-70[
<b>Outil de mesure et d'estimation</b>	GPS	Boussole	Clisimètre	Classification de Braun Blanquet (1936)	Classification de Braun Blanquet (1936)	Estimation visuelle	Couteau	Décamètre	Ruban diamétrique

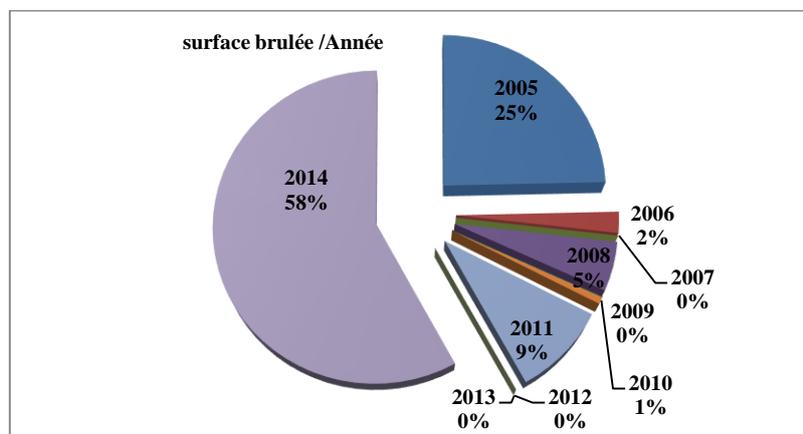
<b>Variable</b> <b>Description</b>	<b>Vigueur de l'arbre</b>	<b>Démasclage de l'arbre</b>	<b>Hauteur du Démasclage (cm)</b>	<b>Type du liège</b>	<b>Epaisseur du liège (cm)</b>	<b>Nombre de rejets de souches</b>	<b>Taille du plus grand brin (cm)</b>	<b>Degré de brulure</b>	<b>Reprise Végétative (%)</b>
<b>Type de la variable</b>	explicative	explicative	explicative	explicative	explicative	explicative	explicative	explicative	à expliquer
<b>Symbole</b>	Vig	Dms	Hdm	Tlg	Elg	Nbrj	Tgrj	Din	Repr
<b>Variante</b>	Mort : 0 Vivant : 1	Présence : 1 Absence : 0	Classe1 : [0-100[ Classe2 : [100-200[ Classe3 : [200-300[ Classe4 : ≥ 300	Male : 1 Femelle : 2	Classe1 : [0-1[ Classe2 : [1-2[ Classe3 : [2-3[ Classe2 : [3-4[ Classe3 : ≥ 4	Classe1 : [0-5[ Classe2 : [5-10[ Classe3 : [10-15[ Classe2 : [15-20[	Classe1 : [0-40[ Classe2 : [40-80[ Classe3 : [80-120[ Classe4 : [120-160[ Classe5 : ≥ 160	Classe1 : 1 <sup>er</sup> degré Classe2 : 2 <sup>eme</sup> Degré Classe3 : 3 <sup>eme</sup> degré Classe4 : 4 <sup>eme</sup> degré	Classe1 : [0-25[ Classe2 : [25-50[ Classe3 : [50-75[ Classe4 : [75-100[
<b>Outil de mesure et d'estimation</b>	Estimation visuelle	Estimation visuelle	Décamètre	Estimation visuelle	Jauge d'épaisseur d'écorce	Calcul sur terrain	Décamètre	Classification de Louis Amandier (2004)	Classification de Catry (2009)

## Chapitre III

# Résultats et discussion

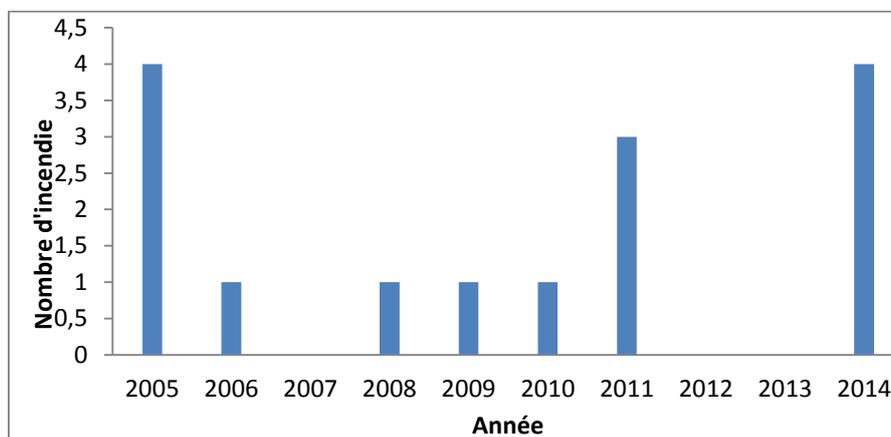
### 3.1. Historique des incendies de Kiadi

D'après les résultats de la représentation des surfaces brûlées par année à Kiadi (Fig.8), il s'avère que depuis l'année 2005, il y avait presque chaque année des incendies ayant des dimensions différentes. L'année 2014 serait l'année la plus touchée par les flammes, soit 58% de la surface totale des 10 années étudiées. Ce pourcentage est l'équivalent d'une surface de 40 ha (Circonscription d'Azazga, 2014). Nous la considérons importante par rapport à la surface totale de la zone étudiée. D'après Bertrand (2007), un incendie de plus de 10 ha est déjà dévastateur.



**Figure 8** : Présentation de la surface brûlée par année dans la suberaie de Kiadi

L'histogramme de la figure 9 montre le nombre d'incendie pour chaque année incendiée à Kiadi. Les années 2005, 2011 et 2014 montrent des récurrences d'incendies pendant la même année. Ce résultat rejoint celui de la figure 2 montrant que l'année 2014 est une année destructive pour la suberaie de Kiadi, où 40 ha ont été brûlés suite à 4 incendies successifs pendant la même année.



**Figure9** : histogramme du nombre d'incendie par année dans la suberaie de Kiadi

D'après la même enquête menée au niveau de la circonscription d'Azazga, durant tous les incendies de ces 10 dernières années, le chêne liège était l'espèce la plus touchée. Pendant l'année 2014, il s'avère que 85% de toute la communauté brûlée était du chêne liège.

Cette recherche historique et ces résultats, menés avant d'entamer notre échantillonnage, ont servis à définir et à décrire la situation de Kiadi face aux incendies, cela, avant d'analyser et de discuter la nature, les conditions et l'impact des incendies sur la reprise végétative de cette espèce gravement touché par les feux après les incendies de 2014.

### **3.2. Structure des parcelles d'inventaire**

#### **3.2.1. Structure des diamètres**

Le tableau 2 montre que les diamètres de la Zone 2, Zone 3, Zone 6, Zone 7 et la Zone 8 ont des distributions homogènes avec des coefficients de variation respectifs de : 32.84, 28.74, 29.88, 26.42, 25.53 %. Par contre, la Zone 1, Zone 4, Zone 5 et la Zone 9 montrent une hétérogénéité de distribution avec des coefficients de variation respectifs de : 47.88, 54.28, 41.79 et 40.73 %.

Les diamètres relevés à 1m30 sont tous supérieurs ou égales à 0.05m. Le calcul de la moyenne des diamètres de chaque Zone révèle des moyennes entre 0.23m et 0.30m et une

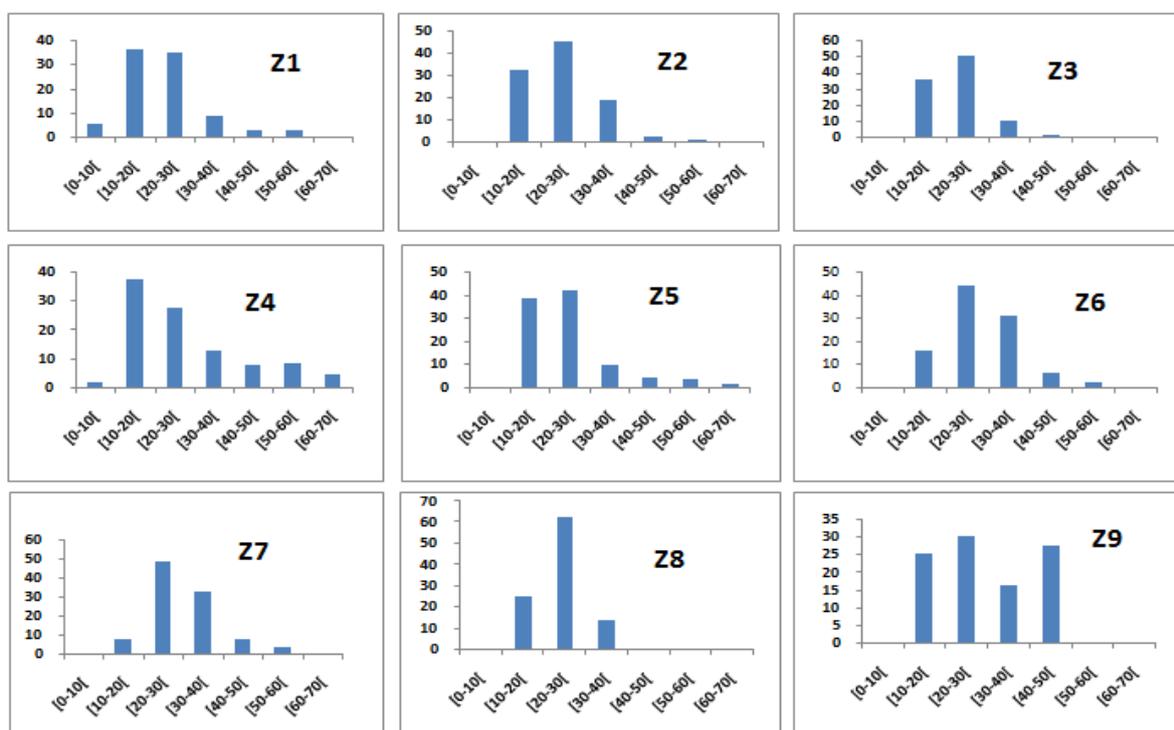
moyenne globale de toutes les zones d'étude de 0.26m. La Zone 1, Zone 2, Zone 3, Zone 5 et Zone 8 ont approximativement les mêmes moyennes de diamètre (< 0.24m) indiquant qu'elles ont la même structure ; d'un autre côté, la Zone 4, Zone 6, Zone 7 et Zone 9 ont les mêmes moyennes de diamètre (entre 0.27 et 0.30m) indiquant à leurs tours qu'elles ont la même structure.

**Tableau 2 :** Résultats de l'analyse descriptive des zones d'inventaire pour les diamètres

<b>Variabiles</b>	<b>Z1</b>	<b>Z2</b>	<b>Z3</b>	<b>Z4</b>	<b>Z5</b>	<b>Z6</b>	<b>Z7</b>	<b>Z8</b>	<b>Z9</b>
<b>Moyenne</b>	23,37	23,88	22,40	27,29	23,85	27,71	29,82	23,55	29,28
<b>Erreur-type</b>	1,28	0,80	0,78	1,36	1,04	0,85	0,84	0,83	1,82
<b>Écart-type</b>	11,19	7,84	6,44	14,82	9,97	8,28	7,88	6,01	11,92
<b>Variance de l'échantillon</b>	125,22	61,50	41,46	219,49	99,39	68,59	62,09	36,14	142,18
<b>Coefficient d'aplatissement</b>	0,75	2,49	-0,06	0,08	2,81	0,20	0,16	0,30	-1,53
<b>Coefficient de variation (CV %)</b>	<b>47,88</b>	32,84	28,74	<b>54,28</b>	<b>41,79</b>	29,88	26,42	25,53	<b>40,73</b>
<b>Coefficient d'asymétrie</b>	1,04	1,22	0,39	1,02	1,63	0,59	0,68	0,71	0,27
<b>Minimum</b>	5,50	12,50	10,40	7,50	10,50	11,00	16,50	13,00	12,50
<b>Maximum</b>	54,80	57,00	41,00	68,00	60,00	50,00	51,00	38,50	48,00
<b>Somme</b>	1776,40	2268,30	1523,30	3248,00	2194,50	2632,90	2654,30	1248,00	1259,00
<b>Nombre d'échantillons</b>	76,00	95,00	68,00	119,00	92,00	95,00	89,00	53,00	43,00
<b>Niveau de confiance (95,0%)</b>	2,56	1,60	1,56	2,69	2,06	1,69	1,66	1,66	3,67

Les histogrammes de la figure 10 montrent que dans toutes les zones, il y a des distributions des diamètres non paramétriques avec une forte asymétrie à droite. La prépondérance de la classe à faible diamètre [20-30[ dans presque toutes les zones, fait ressortir le stade de la jeune futaie régulière au petit bois.

La diminution d'effectifs d'une catégorie à une autre de façon irrégulière avec plus de 98% des diamètres inférieurs à 1m indique l'absence de travaux sylvicoles appropriés dans la suberaie de Kiadi à savoir les éclaircis nécessaires pour favoriser les plus gros diamètres. L'absence des plus gros diamètres rendrait la suberaie de Kiadi plus résistante à l'impact de l'incendie, d'après Catry et al. (2009) et Moreira et al. (2009) les arbres à diamètre élevé, représentés souvent par les individus âgés, sont les plus vulnérables aux dommages causés par les incendies comparés aux individus à diamètre restreint.



**Figure 10** : Histogrammes de distribution des fréquences relatives par classes de diamètre

### 3.2.2. Structure des hauteurs du démasclage

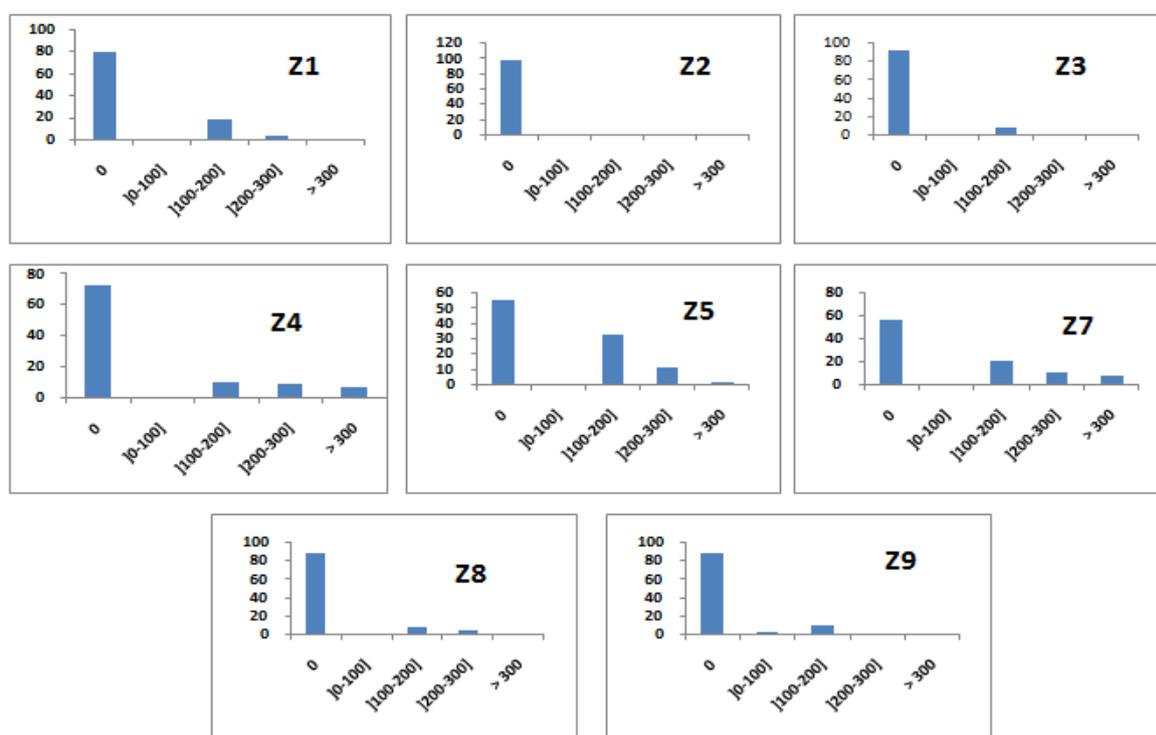
Le tableau 3 montre que les moyennes des hauteurs du démasclage varient d'une zone à l'autre, que la zone 2 n'a que de rare individus démasclés et que la Zone 6 n'a pas été démasclée. Les coefficients de variations révèlent de fortes hétérogénéités de distribution des hauteurs du liège dans les zones étudiées. Ces résultats montrent que les individus de la suberaie de Kiadi étaient démasclés de façon hétérogène.

**Tableau 3** : Résultats de l'analyse descriptive des zones d'inventaire pour les hauteurs du démasclage

Variables	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9
Moyenne	35,07	12,8	13,68	64,31	86,09	0,00	99,33	26,42	19,35
Erreur-type	7,98	1,28	5,94	10,59	10,51	0,00	13,71	9,76	8,45
Écart-type	69,09	12,55	48,96	115,50	100,82	0,00	129,37	71,04	55,39
Variance de l'échantillon	4773,77	157,59	2397,48	13339,61	10165,05	0,00	16735,90	5046,52	3067,99
Coefficient d'aplatissement	0,79	96,00	9,58	1,06	-1,28	/	-0,51	5,66	5,74
Coefficient de variation (CV%)	<b>197,03</b>	<b>979,80</b>	<b>358,02</b>	<b>179,59</b>	<b>117,12</b>	/	<b>130,25</b>	<b>268,93</b>	<b>286,27</b>
Coefficient d'asymétrie	1,58	9,80	3,36	1,55	0,51	/	0,91	2,59	2,68
Minimum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maximum	230,00	123,00	200,00	410,00	320,00	0,00	400,00	300,00	200,00
Somme	2630,00	123,00	930,00	7653,00	7920,00	0,00	8840,00	1400,00	832,00
Nombre d'échantillons	75,00	96,00	68,00	119,00	92,00	95,00	89,00	53,00	43,00

<b>Niveau de confiance (95,0%)</b>	15,90	2,54	11,85	20,97	20,88	0,00	27,25	19,58	17,05
------------------------------------	-------	------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------

Les histogrammes de la figure 11 démontrent que les 9 Zones étudiées ont été démasclées à des hauteurs variantes entre 1 m à 4 m. Nous remarquons la prépondérance de la classe 0 qui indique la présence d'arbre non démasclé dans toutes les zones, avec des taux élevés, qui seraient les individus à des diamètres faibles qui n'ont pas encore atteint le stade du démasclage. Cette variabilité des hauteurs du démasclage d'une zone à l'autre et à l'intérieur des zones témoignerait d'une variabilité de l'impact de l'incendie sur la suberaie.



**Figure 11** : Histogrammes de distribution des fréquences relatives par classes de hauteurs du démasclage

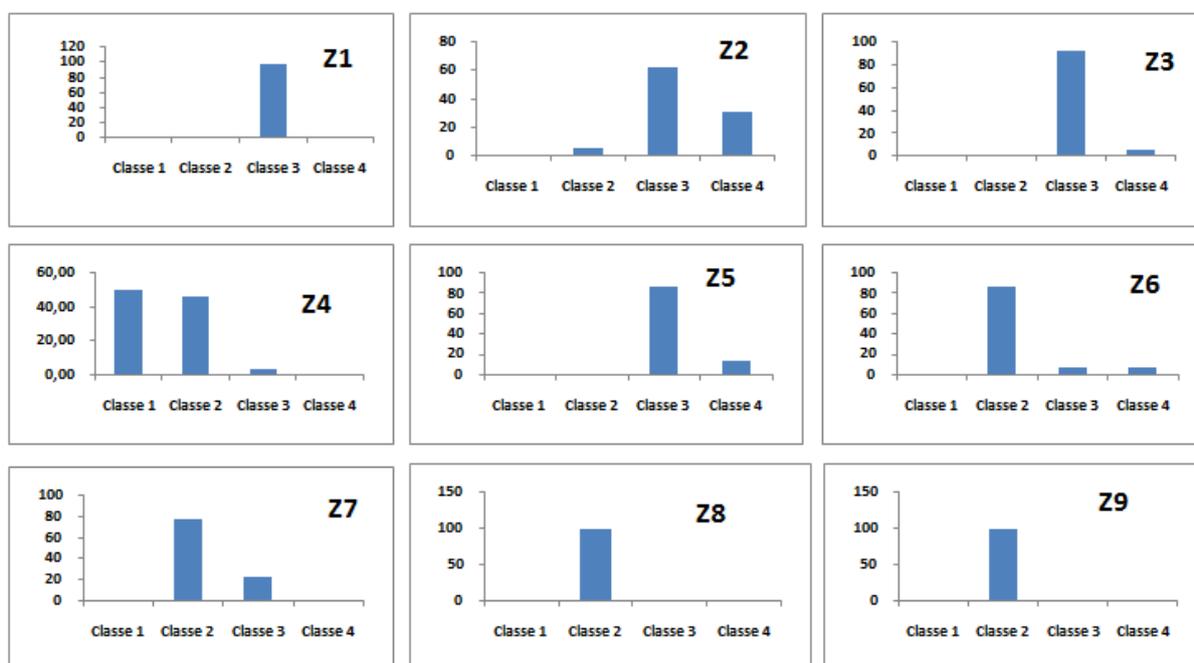
### 3.2.3. Structure des degrés d'incendie

Le tableau descriptif 4 montre que la zone 1, zone 2, zone 3 et zone 5 appartiennent à la même classe de degré d'incendie (classes 3 et 4) ; la zone 6, zone7, zone8 et zone9 ont la même moyenne (classe 2 et 3) et que la zone 4 n'es que légèrement brulée (classe 1et 2). Les coefficients de variation calculés montrent une homogénéité de distribution des degrés d'incendie dans les zone 1, 2, 3, 5, 6, 7 ; 8 et 9 avec des coefficients de variation < 35% et une hétérogénéité de distribution dans la zone 4 avec un coefficient de variation de 36,93% (>35%).

**Tableau 4 :** Résultats de l'analyse descriptive des zones d'inventaire pour les degrés d'incendie

Variabiles	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9
Moyenne	3	3,25	3,04	1,53	3,13	2,20	2,24	2	2
Erreur-type	0	0,06	0,03	0,05	0,04	0,06	0,05	0	0
Écart-type	0	0,56	0,27	0,56	0,34	0,54	0,43	0	0
Variance de l'échantillon	0	0,32	0,07	0,32	0,11	0,29	0,18	0	0
Coefficient d'aplatissement	/	-0,36	10,87	-0,79	3,04	5,84	-0,41	/	/
Coefficient de variation (CV%)	0	17,29	8,85	<b>36,93</b>	10,82	24,45	19,10	0	0
Coefficient d'asymétrie		0,00	1,85	0,46	2,23	2,65	1,27	/	/
Minimum	3	2	2	1	3	2	2	2	2
Maximum	3	4	4	3	4	4	3	2	2
Somme	225	312	207	182	288	209	199	106	86
Nombre d'échantillons	75	96	68	119	92	95	89	53	43
Niveau de confiance (95,0%)	0	0,11	0,07	0,10	0,07	0,11	0,09	0	0

Les histogrammes (Fig. 12) montrent que les zones 4, 6, 8 et 9 sont dominés par la classe de brûlure 2 donc elles seraient légèrement brûlées, et l'incendie n'aurait qu'un léger impact sur ces zones. Par contre les zones 1, 2, 3, 5 et 7 sont brûlées aux 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> degrés donc l'incendie aurait grand impact sur elles car un incendie intense affecte considérablement la composition et la dynamique des peuplements (Gill et al, 2009).



**Figure 12 :** Histogrammes de distribution des fréquences relatives par classes de degré d'incendie

### 3.2.4. Structure de la reprise végétative

L'analyse descriptive de la reprise végétative par zone (tab 5) révèle, à travers les différences de moyennes par zone, que chaque zone a repris différemment de l'autre, ayant chacune une moyenne de taux de reprise végétative différente de l'autre zone. Les coefficients de variation montrent de fortes homogénéités de distribution dans toutes les zones étudiées, avec des coefficients de variation inférieurs à 35%.

**Tableau 5 :** Résultats de l'analyse descriptive des zones d'inventaire pour la reprise végétative

Variables	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9
<b>Moyenne</b>	2,33	1,85	2,56	3,72	2,74	3,53	3,78	3,42	4,00
<b>Erreur-type</b>	0,07	0,07	0,08	0,05	0,09	0,07	0,06	0,10	0,00
<b>Écart-type</b>	0,60	0,66	0,70	0,52	0,86	0,73	0,56	0,72	0,00
<b>Variance de l'échantillon</b>	0,36	0,44	0,49	0,27	0,74	0,53	0,31	0,52	0,00
<b>Coefficient d'aplatissement</b>	-0,62	-0,72	-0,09	2,13	-0,36	1,95	12,32	2,95	/
<b>Coefficient de variation (CV%)</b>	25,73	<b>35,84</b>	27,33	13,96	31,50	20,62	14,81	21,05	0,00
<b>Coefficient d'asymétrie</b>	-0,29	0,17	-0,22	-1,72	-0,41	-1,54	-3,22	-1,47	/
<b>Minimum</b>	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00
<b>Maximum</b>	3,00	3,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
<b>Somme</b>	175,00	178,00	174,00	443,00	252,00	335,00	336,00	181,00	172,00
<b>Nombre d'échantillons</b>	75,00	96,00	68,00	119,00	92,00	95,00	89,00	53,00	43,00
<b>Niveau de confiance (95,0%)</b>	0,14	0,13	0,17	0,09	0,18	0,15	0,12	0,20	0,00

Les histogrammes de distribution des fréquences par classes de reprise végétative (Fig.13) montrent que toutes les zones ont repris végétativement après incendie. Les zones 1, 2 et 5 ont moyennement repris (classe 1, classe2 et classe3 de reprise végétative), par contre les zones 4, 6, 7, 8 et 9 ont repris avec intensité (classe 4). Ces différences seraient dû aux différences de conditions dans chaque zone.

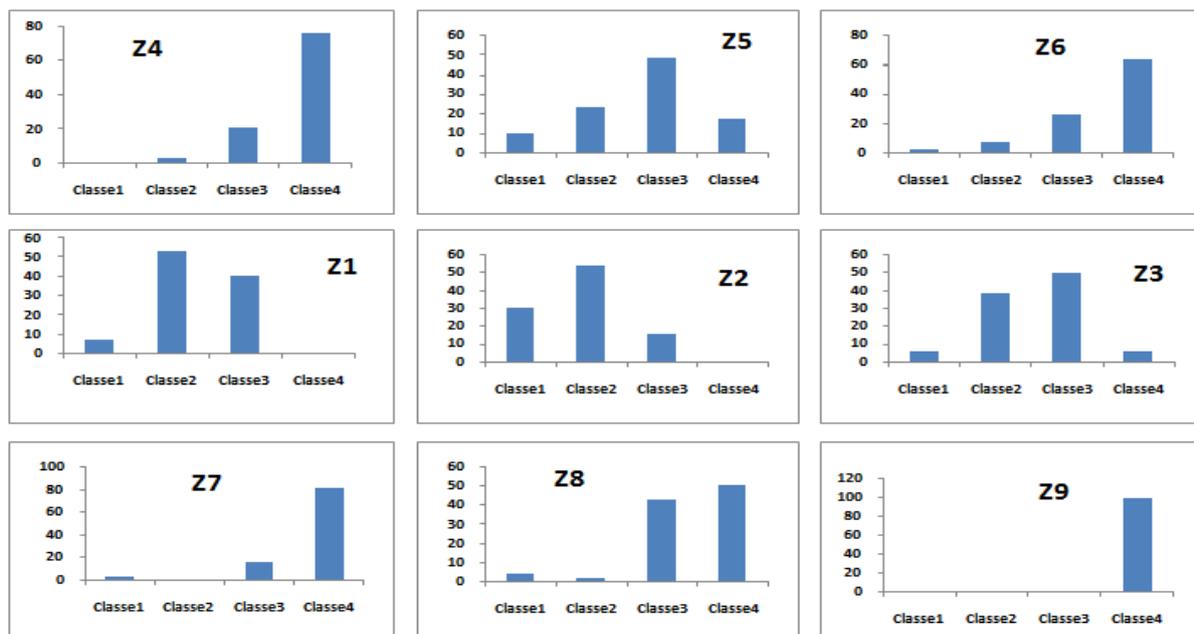


Figure 13 : Histogrammes de distribution des fréquences relatives par classes de reprise végétative

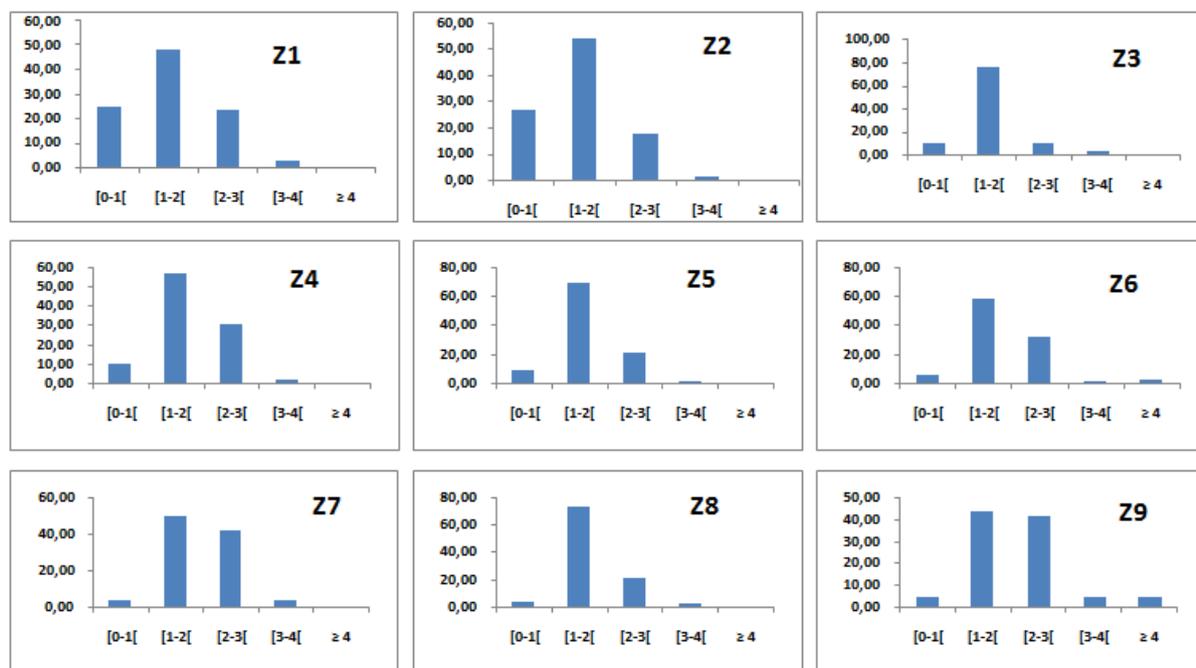
### 3.2.5. Structure des épaisseurs du liège

Le tableau 6 montre la présence de différentes moyennes d'épaisseur du liège entre les neuf zones étudiées, la zone 9 a une moyenne d'épaisseur du liège très importante 2.02 cm. Les coefficients de variation révèlent des hétérogénéités de distribution d'épaisseurs du liège dans la zone 1, zone 2, zone3, zone 4, zone 6 et zone 9 avec des coefficients supérieurs à 35%, par contre les zones 5, 7 et 8 ont des valeurs homogènement distribuées avec des coefficients de variation inférieurs à 35%.

Tableau 6 : Résultats de l'analyse descriptive des zones d'inventaire pour l'épaisseur du liège

Variables	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9
Moyenne	1,43	1,35	1,50	1,64	1,50	1,82	1,87	1,64	2,02
Erreur-type	0,09	0,07	0,07	0,05	0,05	0,07	0,07	0,07	0,12
Écart-type	0,79	0,70	0,57	0,60	0,52	0,69	0,63	0,51	0,76
Variance de l'échantillon	0,63	0,50	0,33	0,36	0,27	0,47	0,40	0,26	0,57
Coefficient d'aplatissement	-0,37	-0,64	2,88	-0,20	0,56	2,13	0,19	0,25	0,45
Coefficient de variation (CV%)	<b>55,46</b>	<b>52,23</b>	<b>38,17</b>	<b>36,38</b>	34,76	<b>37,73</b>	33,97	31,30	<b>37,45</b>
Coefficient d'asymétrie	0,35	-0,03	1,04	0,38	0,05	1,04	0,31	0,61	0,61
Minimum	0,1	0,1	0,5	0,4	0,2	0,5	0,4	0,6	0,6
Maximum	3,7	3	3,5	3,5	3	4,5	3,6	3	4
Somme	107	129,5	102,1	195,7	138	173,2	166	87	87
Nombre d'échantillons	75	96	68	119	92	95	89	53	43
Niveau de confiance (95,0%)	0,18	0,14	0,14	0,11	0,11	0,14	0,13	0,14	0,23

D'après les histogrammes de la figure 14 les classes d'épaisseurs [1-2[ et [2-3[ sont prépondérantes dans toutes les zones expliquant que l'épaisseur moyenne du liège domine la suberaie de Kiadi et qu'elle serait une protection pour les arbres contre l'impact des incendies. Moreira et al (2007), Pausas et al (2015) ont définis l'épaisseur du liège comme un facteur déterminant après l'incendie, protégeant l'arbre contre tout impact négatif des feux.



**Figure 14** : Histogrammes de distribution des fréquences relatives par classes d'épaisseurs du liège

### 3.2.6. Structure du nombre de rejets sur pied

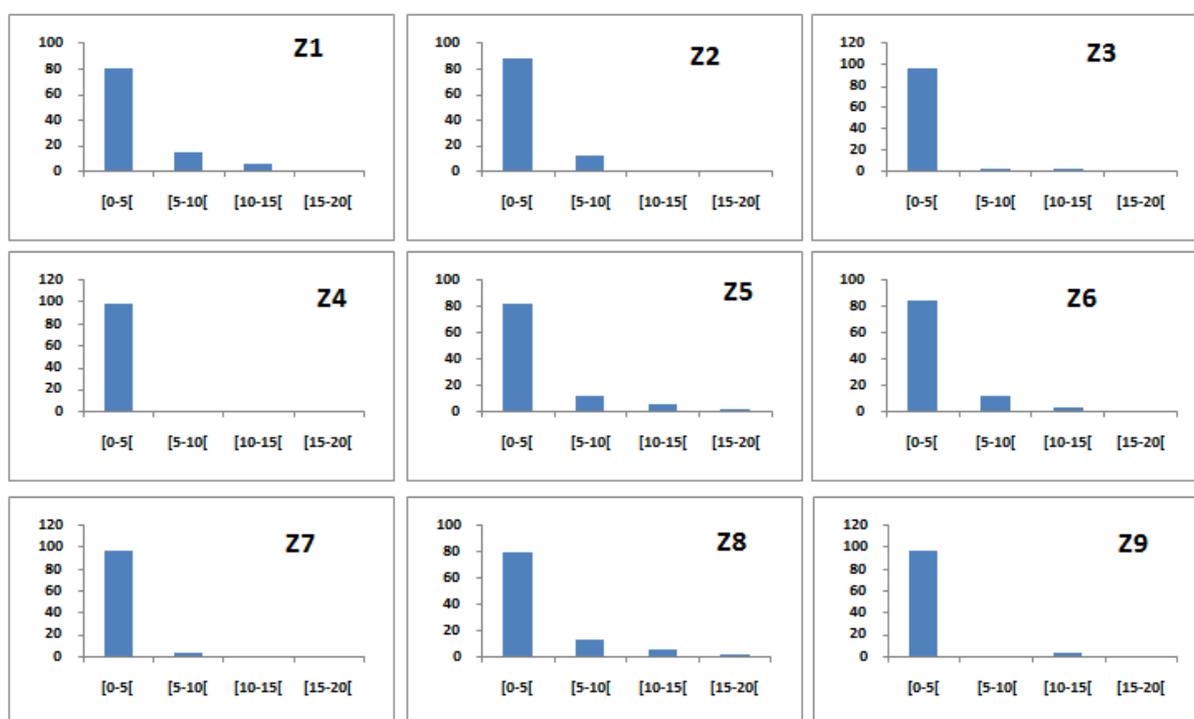
Le tableau descriptif des nombres de rejets sur pied pour chaque zone (tab.7) montre des moyennes différentes d'une zone à l'autre. Les valeurs des coefficients de variations sont extrêmement élevées (>35%) indiquant une grande variation et hétérogénéité dans la distribution des nombres de rejets à l'hectare à l'intérieur de chaque zone.

**Tableau 7** : Résultats de l'analyse descriptive des zones d'inventaire pour le nombre de rejets/ha

Variable	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9
<b>Moyenne</b>	2,07	1,07	0,37	0,13	2,23	1,54	0,18	1,96	0,33
<b>Erreur-type</b>	0,35	0,23	0,20	0,07	0,37	0,27	0,10	0,48	0,23
<b>Écart-type</b>	3,07	2,28	1,61	0,77	3,58	2,61	0,91	3,52	1,54
<b>Variance de l'échantillon</b>	9,44	5,21	2,59	0,59	12,84	6,80	0,83	12,38	2,37
<b>Coefficient d'aplatissement</b>	1,53	3,80	26,21	57,22	6,06	2,85	25,44	3,65	39,70
<b>Coefficient de variation (CV%)</b>	<b>148,68</b>	<b>212,64</b>	<b>438,09</b>	<b>572,22</b>	<b>160,80</b>	<b>169,73</b>	<b>507,06</b>	<b>179,33</b>	<b>472,61</b>
<b>Coefficient d'asymétrie</b>	1,54	2,21	5,05	7,15	2,28	1,84	5,16	1,99	6,21
<b>Minimum</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<b>Maximum</b>	12	9	10	7	19	11	5	15	10
<b>Somme</b>	155	103	25	16	205	146	16	104	14
<b>Nombre d'échantillons</b>	75	96	68	119	92	95	89	53	43
<b>Niveau de confiance (95,0%)</b>	0,71	0,46	0,39	0,14	0,74	0,53	0,19	0,97	0,47

Les histogrammes de la figure 15 montrent que dans les neuf zones le nombre de rejets sur pied est restreint, variant entre 0 et 5 rejets. Ce résultat note que la méthode de rejets de souche n'était pas favorisée par la suberaie de Kiadi après l'incendie de 2014. La suberaie aurait reprise végétativement, n'aurait pas atteint le stade de régénération par rejets de souches, qui est une autre méthode de réaction de l'espèce vis-à-vis des incendies.



**Figure 15** : Histogrammes de distribution des fréquences relatives par classes de nombre de rejets

### 3.2.7. Structure des hauteurs du sous-bois

Les hauteurs du sous-bois sont différentes d'une zone à l'autre (tab. 8). Les zones 1, 2, 3 et 4 ont des moyennes qui se rapprochent indiquant qu'elles ont des hauteurs de sous-bois pas très importantes. Par contre les zones 5, 6, 7, 8 et 9 ont des moyennes élevées ce qui note que le sous-bois dans ces zones est élevé. Les coefficients de variation (CV%) dans la zone 1 et la zone 2 sont supérieurs à 35% montrant une hétérogénéité de distribution des valeurs dans ces zones. Les valeurs dans les zones 2, 3, 5, 6, 7, 8 et 9 sont homogènement distribuées avec des coefficients de variation inférieurs à 35%.

**Tableau 8** : Résultats de l'analyse descriptive des zones d'inventaire pour les hauteurs du sous-bois

Variables	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9
<b>Moyenne</b>	23,125	25,5	28,125	96,33	82,2	92,55	164,9	106,4	139,2
<b>Erreur-type</b>	3,40	2,03	2,89	18,04	8,10	7,69	12,38	10,34	8,48
<b>Écart-type</b>	9,61	6,42	8,17	62,51	25,62	25,50	39,15	23,13	18,95
<b>Variance de l'échantillon</b>	92,41	41,17	66,70	3907,15	656,40	650,47	1532,54	534,80	359,20
<b>Coefficient d'aplatissement</b>	-0,09	-0,96	-0,11	1,50	-0,91	-0,60	-1,07	1,19	-0,03
<b>Coefficient de variation (CV%)</b>	<b>41,57</b>	25,16	29,04	<b>64,89</b>	31,17	27,56	23,74	21,73	13,62
<b>Coefficient d'asymétrie</b>	0,55	-0,04	-1,38	1,41	0,33	0,43	-0,23	-1,10	-1,17
<b>Minimum</b>	10	15	15	40	43	60	102	70	110
<b>Maximum</b>	40	35	33	240	120	135	222	130	154
<b>Somme</b>	185	255	225	1156	822	1018	1649	532	696
<b>Nombre d'échantillons</b>	8	10	8	12	10	11	10	5	5
<b>Niveau de confiance (95,0%)</b>	8,04	4,59	6,83	39,72	18,33	17,13	28,00	28,71	23,53

Les histogrammes de la figure 16 rejoignent le résultat de l'analyse descriptive indiquant que les zones 1, 2 et 3 ont de faibles hauteurs de sous-bois, entre 0 et 50 cm et que dans les autres zones il y a une variation dans la distribution des classes de hauteurs de sous-bois. Ces zones ont des hauteurs de sous-bois très importantes, atteignant 250 cm. Ces variations entre les zones seraient de grandes importances dans la reprise végétative du chêne liège vis-à-vis de l'incendie. D'après Boudy (1955) et Catry et al (2009), Un sous-bois élevé agit négativement sur la régénération de l'espèce en la mettant en compétition.

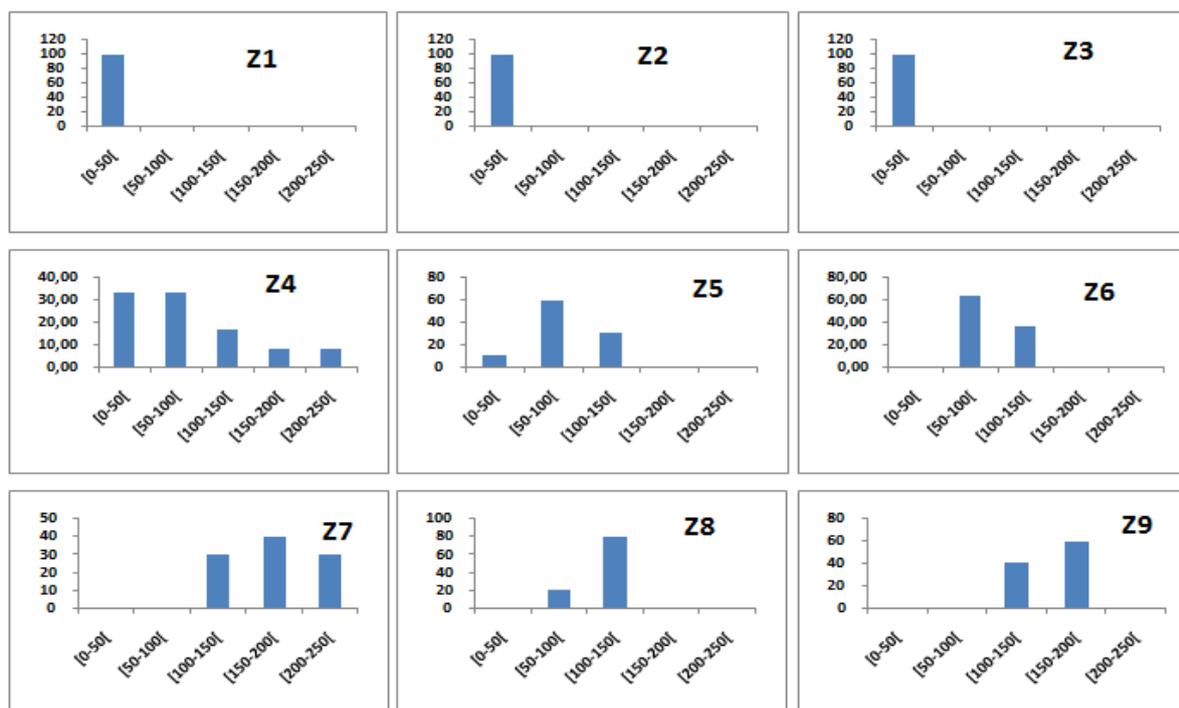


Figure 16 : Histogrammes de distribution des fréquences relatives par classes de hauteurs du sous-bois

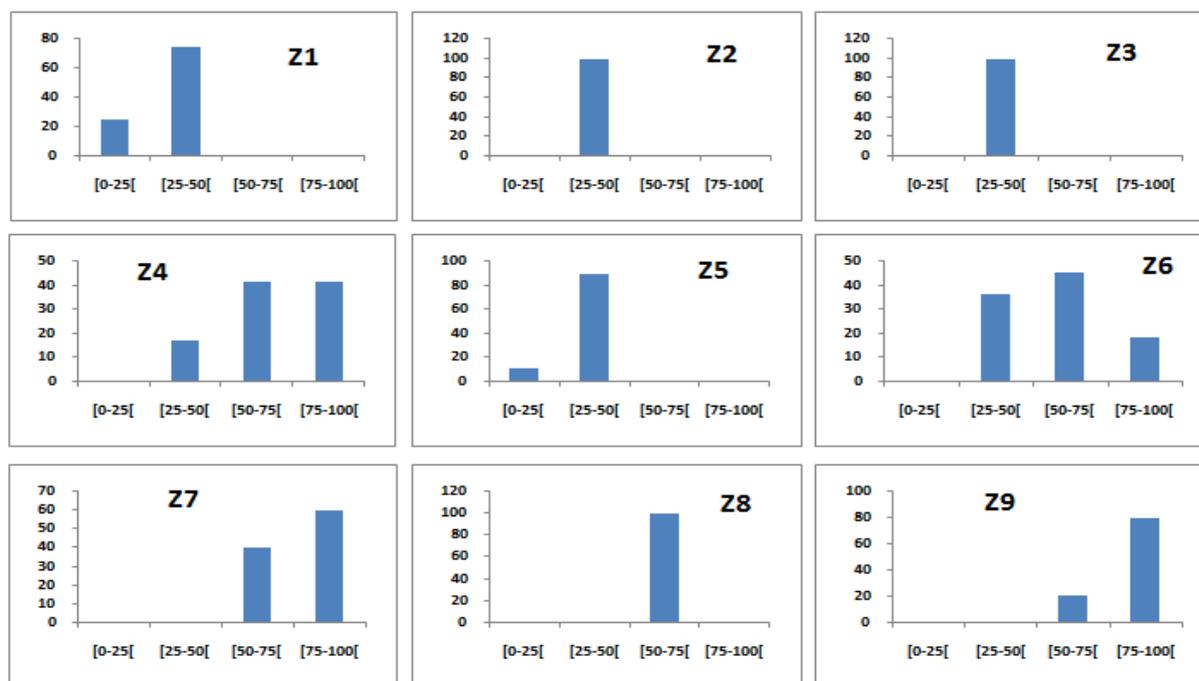
### 3.2.8. Structure du recouvrement du peuplement

Les moyennes de classes de recouvrement du peuplement (tab.9) sont différentes entre les zones. Les zones 1, 2, 3 et 5 se rapprochent et les zones 4, 6, 7, 8 et 9 se rapprochent à leurs tours. Les coefficients de variation dans toute les zones sont faibles, inférieurs à 35% montrant une homogénéité de distribution des valeurs à l'intérieur de chaque zone. Entre les zones, il y a une forte variation et hétérogénéité de distribution.

Tableau9 : Résultats de l'analyse descriptive des zones d'inventaire pour le recouvrement peuplement

Variables	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9
Moyenne	1,75	2	2	3,25	1,9	2,82	3,6	3	3,8
Erreur-type	0,16	0	0	0,22	0,1	0,23	0,16	0	0,2
Écart-type	0,46	0	0	0,75	0,32	0,75	0,52	0	0,4472
Variance de l'échantillon	0,21	0	0	0,57	0,1	0,56	0,27	0	0,2
Coefficient d'aplatissement	0	/	/	-0,87	10	-0,88	-2,28	/	5
Coefficient de variation (CV%)	26,45	0	0	23,19	16,64	26,64	14,34	0	11,77
Coefficient d'asymétrie	-1,44	/	/	-0,48	-3,16	0,33	-0,48	/	-2,24
Minimum	1	2	2	2	1	2	3	3	3
Maximum	2	2	2	4	2	4	4	3	4
Somme	14	20	16	39	19	31	36	15	19
Nombre d'échantillons	8	10	8	12	10	11	10	5	5
Niveau de confiance (95,0%)	0,39	0	0	0,48	0,23	0,50	0,37	0	0,56

Les histogrammes de distribution des fréquences relatives par classes de recouvrement du peuplement (Fig. 17) révèlent de faibles recouvrements, allant de la classe [0-25[ à la classe [25-50[ dans les zones 1, 2, 3 et 5. Dans les autres zones 4, 6, 7, 8 et 9 le recouvrement est très important, entre les classes [50-75[ et [75-100[ témoignant, vu la pureté de la suberaie, d'une bonne reprise végétative des individus après le passage de l'incendie (Pintus et al. 2006).



**Figure 17** : Histogrammes de distribution des fréquences relatives par classes de recouvrement du peuplement

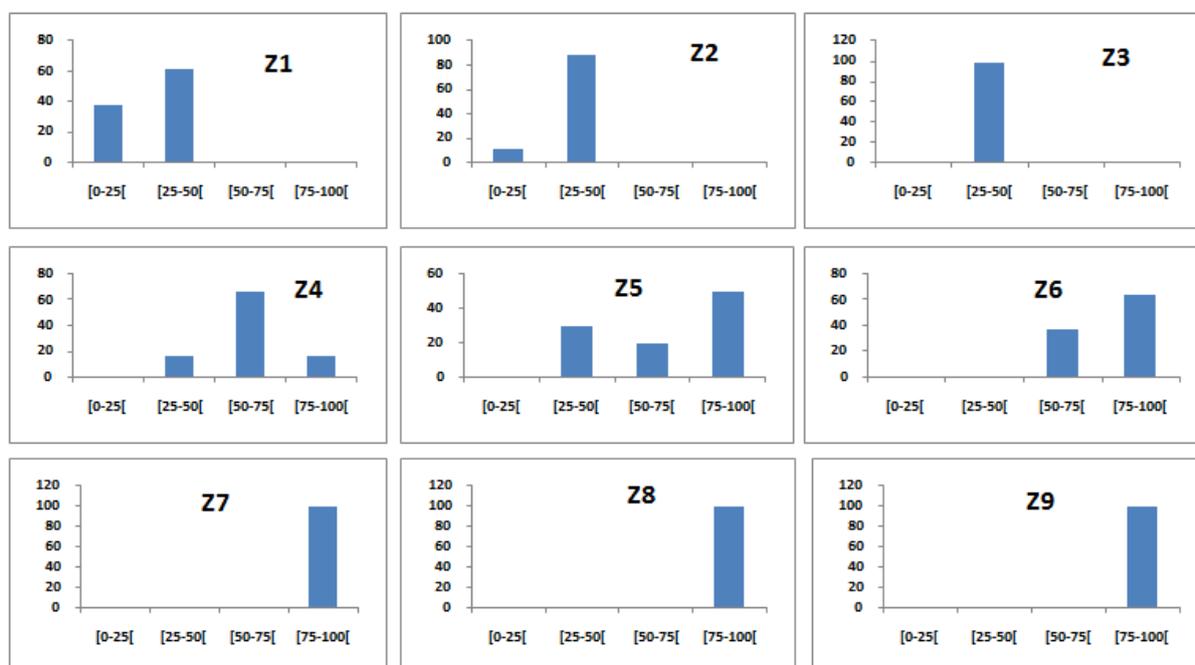
### 3.2.9. Structure du recouvrement du sous-bois

D'après le tableau descriptif du recouvrement du sous-bois (tab. 10), les zones 1, 2 et 3 ont de faibles moyennes de recouvrement. Les zones 4, 5 et 6 ont des recouvrements de sous-bois moyens et les zones 7, 8 et 9 ont des recouvrements de sous-bois très importants. A l'intérieur des zones il n'y a aucune hétérogénéité de distribution des valeurs, tous les coefficients de variation sont inférieurs à 35%. Entre les zones les variations de distribution des valeurs par classes de recouvrement sont très importantes, chaque zone a une classe de recouvrement différente de l'autre.

**Tableau 10** : Résultats de l'analyse descriptive des zones d'inventaire pour le recouvrement sous-bois

Variables	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9
Moyenne	1,625	1,9	2	3	3,2	3,64	4	4	4
Erreur-type	0,18	0,1	0	0,17	0,29	0,15	0	0	0
Écart-type	0,52	0,32	0	0,60	0,92	0,50	0	0	0
Variance de l'échantillon	0,27	0,1	0	0,36	0,84	0,25	0	0	0
Coefficient d'aplatissement	-2,24	10	/	0,73	-1,81	-1,96	/	/	/
Coefficient de variation (CV%)	31,85	16,64	0	20,10	28,72	13,87	0	0	0
Coefficient d'asymétrie	-0,64	-3,16	/	0	-0,47	-0,66	/	/	/
Minimum	1	1	2	2	2	3	4	4	4
Maximum	2	2	2	4	4	4	4	4	4
Somme	13	19	16	36	32	40	40	20	20
Nombre d'échantillons	8	10	8	12	10	11	10	5	5
Niveau de confiance (95,0%)	0,43	0,23	0	0,38	0,66	0,34	0	0	0

Les histogrammes de la figure 18 montrent que dans la zone 1, zone 2 et zone 3 le recouvrement du sous-bois est faible entre [0-25[ à [25-50[, par contre, les autres zones possèdent un sous-bois très dense. Cette densité de recouvrement pourrait, selon certains auteurs (Pons et al. 2006 ; Catry et al. 2009) être néfaste pour la reprise végétative du chêne liège dans ces zones particulièrement.



**Figure 18** : Histogrammes de distribution des fréquences relatives par classes de recouvrement du sous-bois

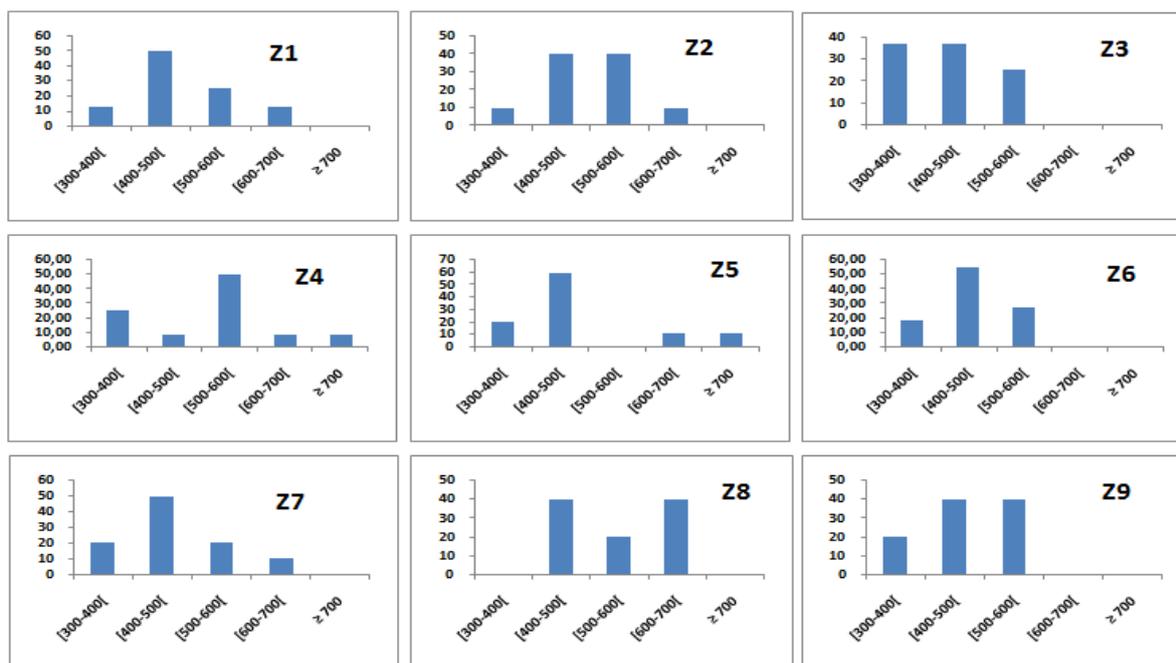
### 3.2.10. Structure de la densité du peuplement à l'hectare

Le tableau de l'analyse descriptive des densités des zones à l'hectare (tab.11) montre que les zones ont des moyennes qui se rapprochent, variant entre 400 à 530 arbres à l'hectare. Les coefficients de variation sont, dans toutes les zones, inférieurs à 35% indiquant ainsi qu'il y a homogénéité de distribution des valeurs à l'intérieur de chaque zone.

**Tableau 11** : Résultats de l'analyse descriptive des zones d'inventaire pour la densité du peuplement/ha

<b>Variabes</b>	<b>Z1</b>	<b>Z2</b>	<b>Z3</b>	<b>Z4</b>	<b>Z5</b>	<b>Z6</b>	<b>Z7</b>	<b>Z8</b>	<b>Z9</b>
<b>Moyenne</b>	468,75	480	425	495,83	460	431,82	445	530	430
<b>Erreur-type</b>	33,99	26,03	32,73	36,65	34,80	19,39	32,87	33,91	30,00
<b>Écart-type</b>	96,13	82,33	92,58	126,95	110,05	64,31	103,95	75,83	67,08
<b>Variance de l'échantillon</b>	9241,07	6777,78	8571,43	16117,42	12111,11	4136,36	10805,56	5750,00	4500,00
<b>Coefficient d'aplatissement</b>	-0,01	-1,26	-1,18	0,29	1,64	-0,61	0,51	-3,08	-2,41
<b>Coefficient de variation (CV%)</b>	20,51	17,15	21,78	25,60	23,92	14,89	23,36	14,31	15,60
<b>Coefficient d'asymétrie</b>	-0,39	-0,13	0,27	0,35	1,40	0,49	-0,67	-0,32	0,17
<b>Minimum</b>	300	350	300	300	350	350	300	450	350
<b>Maximum</b>	600	600	550	750	700	550	600	600	500
<b>Somme</b>	3750	4800	3400	5950	4600	4750	4450	2650	2150
<b>Nombre d'échantillons</b>	8	10	8	12	10	11	10	5	5
<b>Niveau de confiance (95,0%)</b>	80,37	58,89	77,40	80,66	78,73	43,21	74,36	94,15	83,29

Les histogrammes de distribution des fréquences relatives par classes de densité du peuplement (Fig. 19) montrent qu'il y a des densités diverses dans les zones étudiées, entre 300 jusqu'à plus de 700 arbres à l'hectare. Dans les neuf zones, à l'intérieur de chacune, il y a des distributions différentes de densités. Ce résultat mettrait en égalité les chances de reprise végétative des peuplements dans toutes les zones.



**Figure 19** : Histogrammes de distribution des fréquences relatives par classes de densité de peuplement

### 3.3. Reprise végétative du chêne liège dans la suberaie de Kiadi

Les statistiques révèlent une reprise végétative moyenne d'environ 56.96% dans toutes les placettes et une reprise individuelle de 73%. Afin de distinguer les facteurs jouant un rôle primordial et d'écarter les facteurs qui n'ont pas de relation directe avec la reprise végétative du chêne liège quelques mois après passage d'incendie, une matrice de corrélation a été réalisée (Annexe 1).

Le résultat de la matrice de corrélation avait écarté les facteurs stationnels : Altitude, exposition et pente avec des corrélations respectives de  $R=0.14$ ,  $R= -0.22$ ,  $R=0.12$ . Cela montre qu'ils n'auraient aucun lien avec la reprise du chêne liège, hors que, les travaux précédents ont bien montré l'importance de ces facteurs. L'intensité de l'incendie augmente avec l'altitude, plus l'altitude est importante le feu devient sévère augmentant les dégâts, par conséquent la reprise juste après incendie deviens critique (Schaffhauser et al, 2011). La reprise végétative après incendie est faible dans les versants Sud où les peuplements sont plus vulnérables aux incendies, sont exposés au soleil et à des températures élevées (Catry et al, 2012), cependant, elle est meilleur dans les versants Ouest, Nord-Ouest et Nord Est (Catry et al, 2009). Moreira et al (2009) avait mentionnés l'effet négative de la pente sur la reprise du chêne liège. Les corrélations entre nature du sol et humidité du sol avec la reprise sont

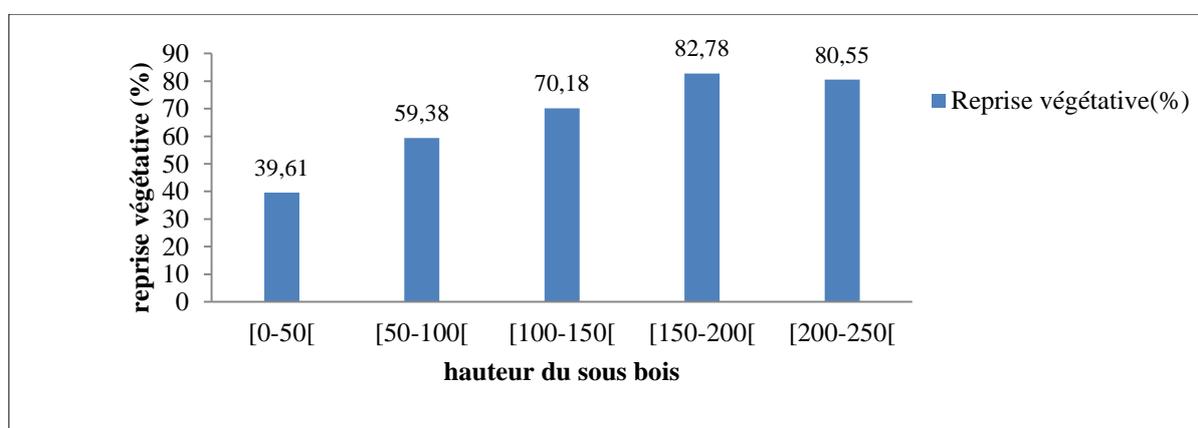
respectivement de ( $R=0.04$ ) et ( $R=-0.35$ ) montrant que dans notre zone d'étude les facteurs édaphiques n'auraient aucun impact sur la reprise végétative du chêne liège.

### 3.3.1. Reprise végétative du chêne liège en fonction de la hauteur du sous-bois

Les placettes incendiées en 2014 montrent que la hauteur du sous-bois varie entre 10cm et 240cm de haut. La reprise végétative du chêne liège de Kiadi est très importante dans les classes [150-200[, [200-250[ avec des taux de reprise excédant 80%. Elle est importante dans les classes [50-100[, [100-150[ avec des taux dans chacune excédant 50% de reprise, par contre la reprise végétative est faible dans la classe de hauteur de sous-bois [0-50[ avec un taux de 39,61% (Figure 20).

Le résultat montre que la hauteur du sous-bois et la reprise végétative du chêne liège sont hautement corrélées avec un coefficient de corrélation positive ( $R = 0.66$ ). Ainsi qu'un coefficient de détermination de ( $R^2 = 0.44$ ), cela démontre que lorsque la hauteur du sous-bois augmente la reprise végétative devient meilleure.

Les observations dans les travaux précédents ont insisté sur l'effet négatif de la hauteur du sous-bois sur la reprise de l'espèce. Boudy (1955), Quezel (1976), Levy (1990) et Catry et al (2009) ont montrés qu'un sous-bois dense agit négativement sur l'espèce et qu'il met l'espèce en compétition. Les mêmes auteurs ont déduit qu'un sous-bois important est témoins d'un incendie sévère, parce que après un incendie important le sous-bois reprend rapidement et de façon dense. Le présent résultat est probablement dû au fait que les conditions du milieu sont favorables pour la reprise des deux en parallèle ou bien que le sous-bois était présent avant l'incendie et qu'il a protégé l'espèce contre la sévérité du feu.



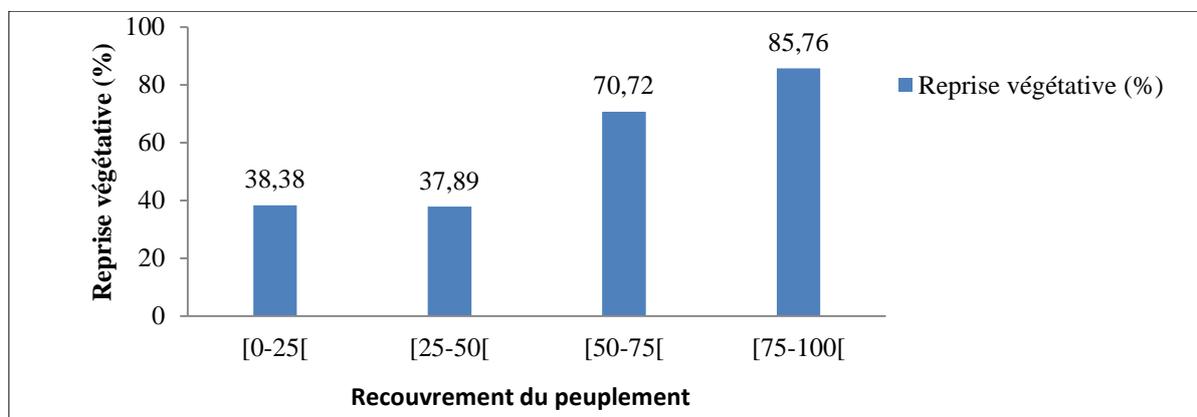
**Figure 20** : Reprise végétative du chêne liège en fonction de la hauteur du sous-bois

### 3.3.2. Reprise végétative du chêne liège en fonction du recouvrement du peuplement

L’histogramme de la reprise végétative du chêne liège en fonction du recouvrement du peuplement (Figure 21) indique la présence de toutes les classes de recouvrement dans la subéraie de Kiadi. La reprise est meilleur dans les classes 3 et 4 de recouvrement du peuplement [50-75[, [75-100[avec des taux respectifs de 70.72% et 85.76%, par contre dans les classes à faible recouvrement du peuplement [0-25[, [25-50[la reprise est faible, elle est inférieure à 40%.

Une Corrélation très significative est notée entre le recouvrement du peuplement et la reprise végétative avec un coefficient de ( $R=0.78$ ), et un coefficient de détermination de ( $R^2=0.6$ ) indiquant que tant que le recouvrement du peuplement est important, la reprise végétative du chêne liège augmente.

La relation linéaire et positive entre la reprise végétative du chêne liège et le recouvrement du peuplement est logique, parce qu’un recouvrement important indique que l’arbre est en bon état après passage d’incendie, et qu’il a repris vie et a reconstitué son houppier, cela a été démontré auparavant par Pintus et al. (2006) et Catry (2012).



**Figure 21** : Reprise végétative du chêne liège en fonction du recouvrement du peuplement

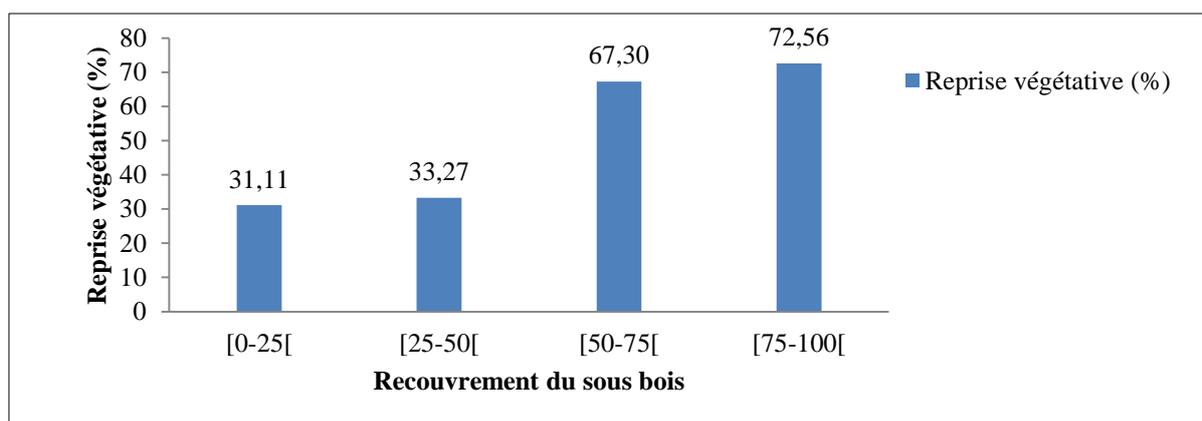
### 3.3.3. Reprise végétative du chêne liège en fonction du recouvrement du sous-bois

Dans la subéraie de Kiadi, le recouvrement du sous-bois et la reprise végétative sont positivement et hautement corrélés ( $R=0.68$ ) avec un coefficient de détermination de ( $R^2=0.46$ ).

Une meilleure reprise végétative dans les classes à fort recouvrement du sous-bois [50-75[, [75-100[est remarquable (Figure 22) avec des pourcentages respectifs de 67.30% et

72.56%. Dans les classes [0-25[ et [25-50[ la reprise de *Quercus suber* est faible, inférieure à 34%. Ces résultats montrent que le chêne liège reprend végétativement sous un couvert dense de sous-bois, alors que Pons et al (2006), Catry et al (2009) et Pleininger (2010) ont expliqué l'effet négatif d'un sous-bois dense sur la reprise du chêne liège parce qu'il serait témoin d'un incendie violent, d'après Curt et al (2011) la densité du sous-bois augmente avec la récurrence et la sévérité de l'incendie et par conséquent les dommages sur l'arbre augmentent à leurs tours ce qui inhibe la reprise végétative du chêne liège.

Notre résultat pourrait être expliqué par le fait que le peuplement de Kiadi a résisté à la sévérité de l'incendie et que les facteurs du milieu étaient assez favorables pour que la reprise végétative et le sous-bois reprennent au même temps. Il s'avère que l'incendie favorise le renouvellement des stocks (minéralisation) du sol et donc de la végétation, ce qui a favorisé la reprise des deux en parallèle.



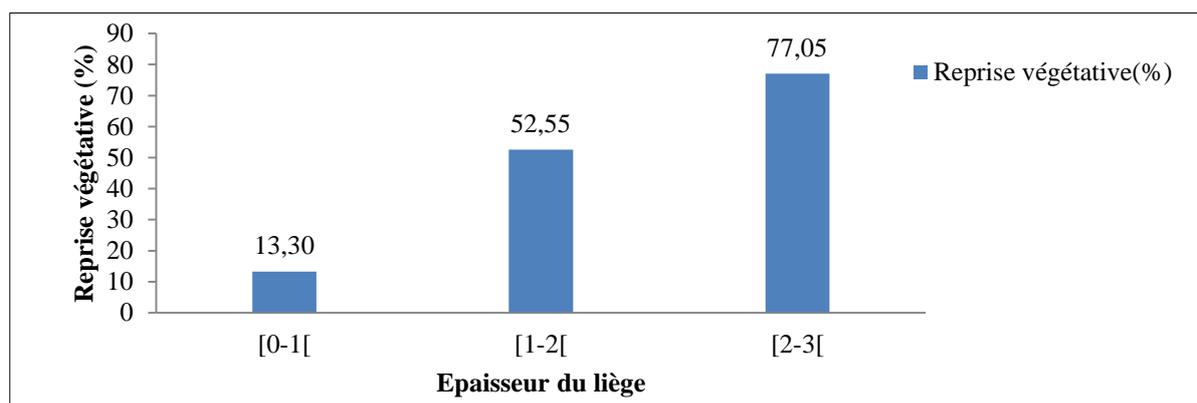
**Figure 22** : Reprise végétative du chêne liège en fonction du recouvrement du sous-bois

### 3.3.4. Reprise végétative du chêne liège en fonction de l'épaisseur du liège

L'épaisseur du liège moyenne dans la suberaie de Kiadi est de 1.6cm avec un maximum de 2.84cm. Une corrélation entre l'épaisseur du liège et la reprise végétative du chêne liège de Kiadi est positive de ( $R=0.52$ ) avec un coefficient de détermination entre les deux variables de ( $R^2=0.27$ ). Ce résultat explique l'existence d'une relation directe et linéaire entre elles et que l'épaisseur du liège est un facteur qui protège les individus contre l'incendie.

Dans la haute classe d'épaisseur du liège [2-3[ le taux de reprise est très élevé, il est de 77.01%. Dans la classe moyenne [1-2[ la reprise est moyenne de 52.55% et dans la classe à faible épaisseur du liège, la reprise végétative est faible, elle est de 13.30% (Figure 23).

Pausas (1994, Berberis (2003), Moreira et al (2007), Bertrant (2007), Catry et al (2009), Catry et al (2012), Pausas (2014) et Pausas (2015) ont tous prouvés et démontrés à travers leurs travaux l'importance de la matière liège dans la survie du chêne liège. Tous ces travaux renvoient au fait que l'épaisseur du liège est un facteur déterminant après l'incendie, jouant un rôle de protection et favorisant la reprise végétative de l'espèce. Certains auteurs tels que Catry et al (2012) définissent un arbre avec épaisseur du liège excédent 3cm comme arbre écarté du danger incendie. La vulnérabilité des individus au feu diminue avec l'augmentation de l'épaisseur du liège jusqu'à ce que l'épaisseur atteigne 4 cm (Catry et al. 2009). Tout arbre ayant une épaisseur de plus de 3-4 cm est bien protégé contre les flammes et a une faible probabilité de mourir (Catry et al. 2012). Cette capacité offre au chêne liège une forte résistance en comparaison à d'autres espèces méditerranéennes (Catry et al.2010). Tous ces résultats peuvent être expliqués par le rôle du liège comme isolant thermique grâce à la forte proportion d'air qu'il contient et à sa faible densité (Pereira, 2007).



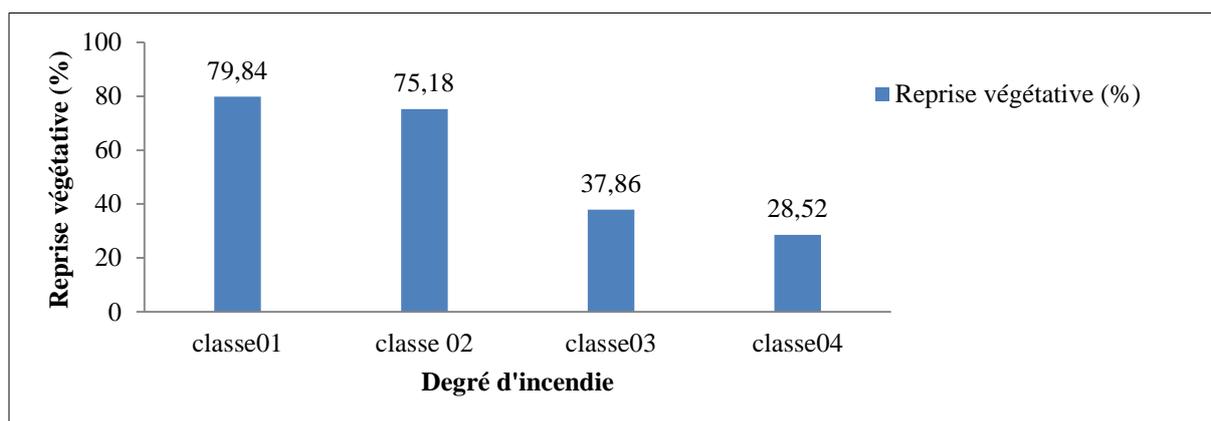
**Figure 23** : Reprise végétative du chêne liège en fonction de l'épaisseur du liège

### 3.3.5. Reprise végétative du chêne liège en fonction du degré d'incendie

L'histogramme de comparaison des différents taux de reprises végétatives du chêne liège en fonction des classes de brûlure (Figure 24) révèle des taux élevés dans les classes à faible intensité d'incendie : classes 01 et 02, avec des pourcentages respectifs de 79.84% et 75.18%. La reprise dans les classes à fort degré d'incendie, classe 03 et 04 est faible à savoir 37.86% et 28.52% respectivement.

Les résultats ont révélé une corrélation fortement négative entre la reprise végétative du chêne liège et le degré d'incendie dans la subéraie de Kiadi avec un coefficient de corrélation de ( $R=-0.73$ ) et un coefficient de détermination de ( $R^2=0.52$ ).

Un incendie intense est néfaste pour la reprise végétative du chêne liège et empêche la survie de plusieurs espèces (Pausas et al, 2009), (Baeza et al, 2007), affectant considérablement la composition et la dynamique des peuplements (Gill et al, 2009). Keely et al. (2005) avaient notés qu'un incendie intense est néfaste pour la reprise des espèces peu de temps après passage de l'incendie, tandis que quelque temps après un incendie, certaines espèces tel que le chêne liège reprennent vie grâce à leurs capacités de régénération végétatives que ce soit canopée ou par rejets de souches, ce qui fait de l'incendie un facteur stimulateur du développement des espèces (De Luis et al, 2008 ; Bekdouche, 2010). En 2009, Moreira et al. avaient déjà proposés un model conceptuel sur la réponse végétative des individus du chêne liège après incendie, indiquant que toute réponse est fonction du degré de dommage subit. A un faible niveau de dommage, l'arbre reprend végétativement à partir des branches qui ont survécu après incendie. L'augmentation du niveau de dommage engendre une faible régénération, une régénération juste aux bases des individus et leurs morts.



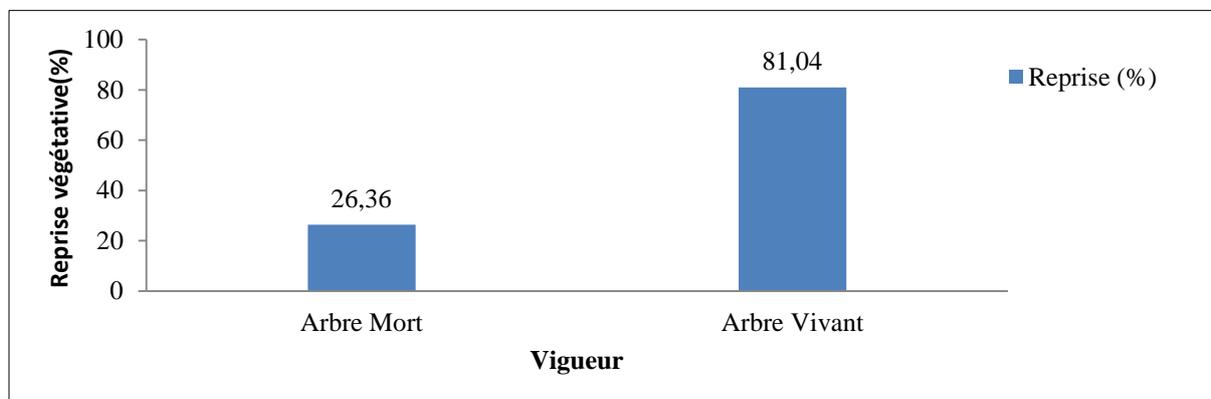
**Figure24:** Reprise végétative du chêne liège en fonction du degré d'incendie

### 3.3.6. Reprise végétative du chêne liège en fonction de la vigueur de l'arbre

L'histogramme (Figure 25) révèle que la reprise chez les individus vivant est très significative atteignant 81.04%, ce qui explique que les arbres du chêne liège reprennent végétativement juste après incendie. La reprise végétative chez les individus apparaissant mort est de 26.36% ce qui permet de déduire que certains arbres du chêne liège même s'ils ont l'allure d'être mort mais ils peuvent reprendre végétativement après incendie.

Ce résultat pourrait être expliqué par le fait que l'individu avait l'allure d'être mort et affaiblis morphologiquement mais qu'il avait les fonctions physiologiques et intérieures en activité. Cette explication conduit à déduire qu'il ne faut pas couper directement les arbres

apparaissant morts, parce qu'ils peuvent reprendre végétativement. Ce résultat a été noté par Pintus et al. 2004, ils avaient déduit qu'il fallait donner un intervalle à chaque individu avant toute intervention et prise de décision à propos de sa vitalité, afin de lui laisser le temps de reprendre et de se régénérer si c'est possible.

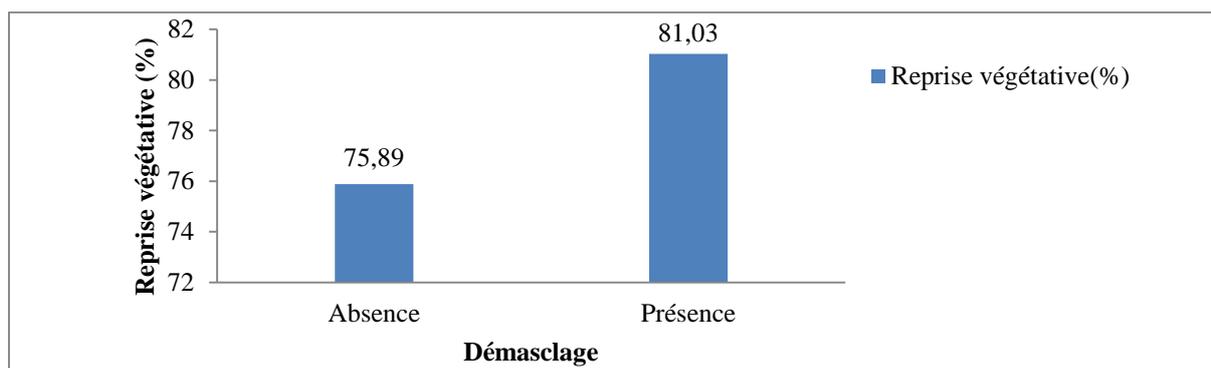


**Figure 25** : Reprise végétative du chêne liège en fonction de la vigueur de l'arbre

### 3.3.7. Reprise végétative du chêne liège en fonction du démasclage de l'arbre

L'absence et présence du liège est un facteur primordial dans la reprise des individus après incendie. Un arbre protégé par le liège reprend rapidement après incendie ce qui est le cas des individus de Kiadi, avec un pourcentage élevé de 81.03% (Figure 26). Les individus qui n'ont pas de liège sont affectés par l'incendie et leur reprise végétative diminue jusqu'à 75.89%. La présence de l'écorce est une protection des individus contre tous aléas (Vidal et al. 2007).

L'exploitation du liège augmente la vulnérabilité des individus aux incendies, elle constitue un facteur majeur de stress lié à la perte de vigueur des arbres (Natividade, 1950). Les individus démasclés sont les plus exposés aux dommages et deviennent sensibles après incendies à cause de l'énergie que nécessite l'arbre pour se cicatrifier et à cause de la mort de leurs xylèmes actifs (Rundel, 1973). L'extraction du liège engendre une considérable perte en eau à travers la surface du tronc qui pourrait négativement influencer l'activité photosynthétique et la productivité de l'individu (Correira et al. 1992).

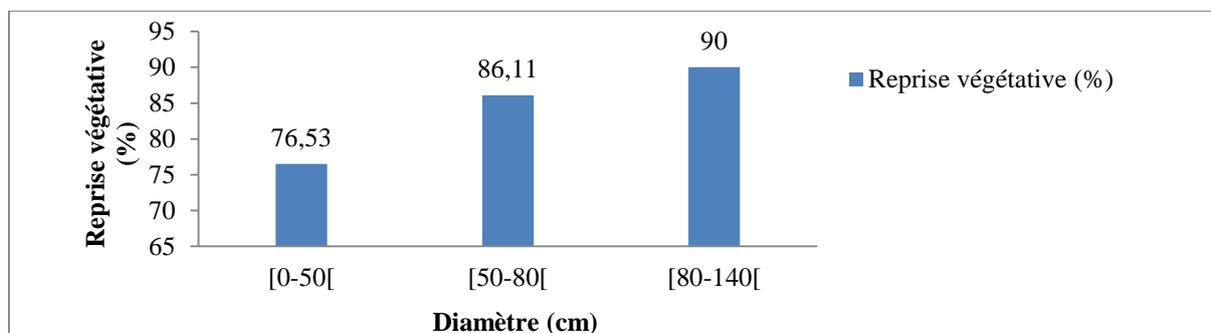


**Figure 26** : Reprise végétative du chêne liège en fonction du démasclage de l'arbre

### 3.3.8. Reprise végétative du chêne liège en fonction du diamètre de l'arbre

L'histogramme (Figure 27) révèle une relation entre le diamètre de l'individu et sa reprise végétative, hors que le coefficient de corrélation n'avait rien démontré. Les individus qui ont un diamètre entre 80 et 140 cm ont une reprise végétative très importante de 90%. Tant que le diamètre diminue la reprise diminue, elle est de 86.11% dans la classe [50-80[cm et dans la classe [0-50[cm de 76.53%.

Le résultat obtenu va à l'opposé des résultats notés dans les travaux précédents, qui ont indiqué que les arbres à diamètre élevé, représentés souvent par les individus âgés, sont les plus vulnérables aux dommages causés par les incendies comparés aux individus à diamètre restreint (Catry et al. 2009, Moreira et al. 2009). Cette faible résistance des individus à diamètre important a été expliquée par le fait que les individus âgés sont moins entretenus, démasclés plusieurs fois et subissent un manque de travaux d'aménagements et deviennent moins vigoureux (Natividade, 1950). Par contre, le présent travail a indiqué une relation linéaire, positive entre le diamètre et la reprise végétative des individus du chêne liège, cela peut être expliqué par le fait que la suberaie de Kiadi est à faible diamètre et que tous les individus sont jeunes et entretenus de la même façon.

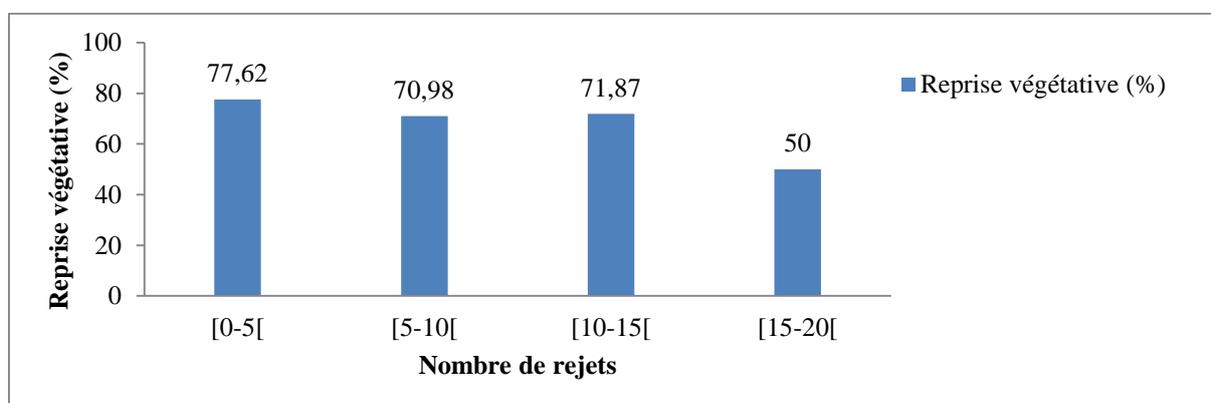


**Figure 27** : Reprise végétative de l'arbre du chêne liège en fonction de son diamètre

### 3.3.9. Reprise végétative de l'arbre du chêne en fonction du nombre de rejets / pied

Contrairement au coefficient de corrélation, l'histogramme (Figure 28) montre que dans les classes où l'arbre a moins de rejets de souches il rejette végétativement et qu'il y a une relation divergente entre les deux paramètres. Dans la classe où il y a moins de 5 rejets la reprise végétative est de 77.62%, dans la classe [5-10[rejets la reprise végétative est de 70.98%, dans la classe ou il y a [10-15[rejets la reprise est de 71.87% et dans la classe à présence de rejets élevée la reprise s'affaiblie atteignant 50%. Ce résultat révèle que l'arbre rejette végétativement après incendie et s'il n'y arrive pas il procède à l'autre stratégie de régénération qui est par rejets de souches.

La régénération par rejets de souche est une régénération végétative basale à partir de bourgeon dormant (Bond et Van wilgen, 1996 ; Miller, 2000 ; Del Tredici, 2001), qui, d'après le résultat obtenu, apparait lorsque la régénération épïcormique de l'individu n'est plus fonctionnelle. Cela a été noté par Bellingham et Sparrow (2000) qui avaient signalé que l'apparition des rejets de souches est en fonction de la sévérité de l'incendie ; un incendie modéré permet une régénération végétative de la canopée mais s'il est à une importante sévérité, les rejets de souches apparaitront et leurs nombres s'élève d'un degré d'incendie à un autre.

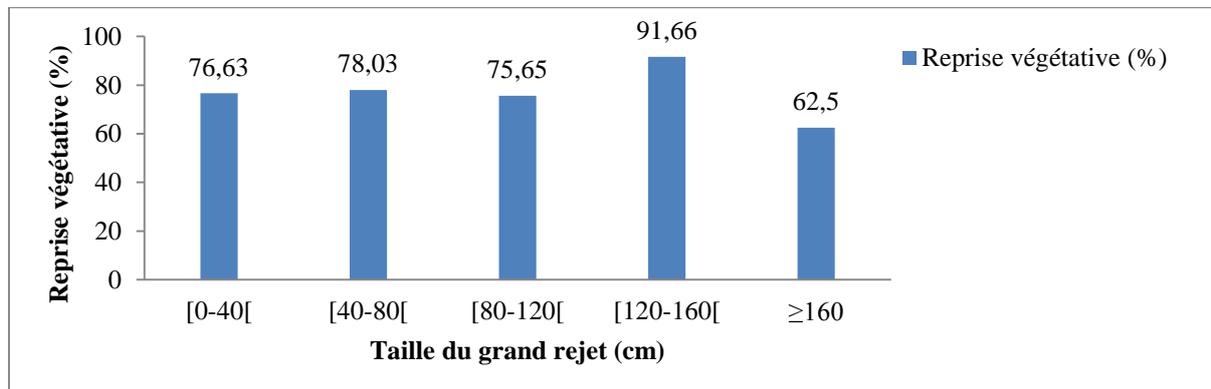


**Figure 28** : Reprise végétative de l'arbre du chêne liège en fonction du nombre de rejets

### 3.3.10. Reprise végétative de l'arbre du chêne en fonction de la taille du grand rejet

Les chiffres donnés par l'histogramme (Figure 29) de reprise végétative des individus du chêne liège en fonction de la taille du plus grand rejet de souche rejoint le résultat du coefficient de corrélation, montrant qu'il n'y a pas de relation significative entre les deux

paramètres, ce qui démontre que la taille du rejet n'influe pas sur la reprise végétative de l'arbre.

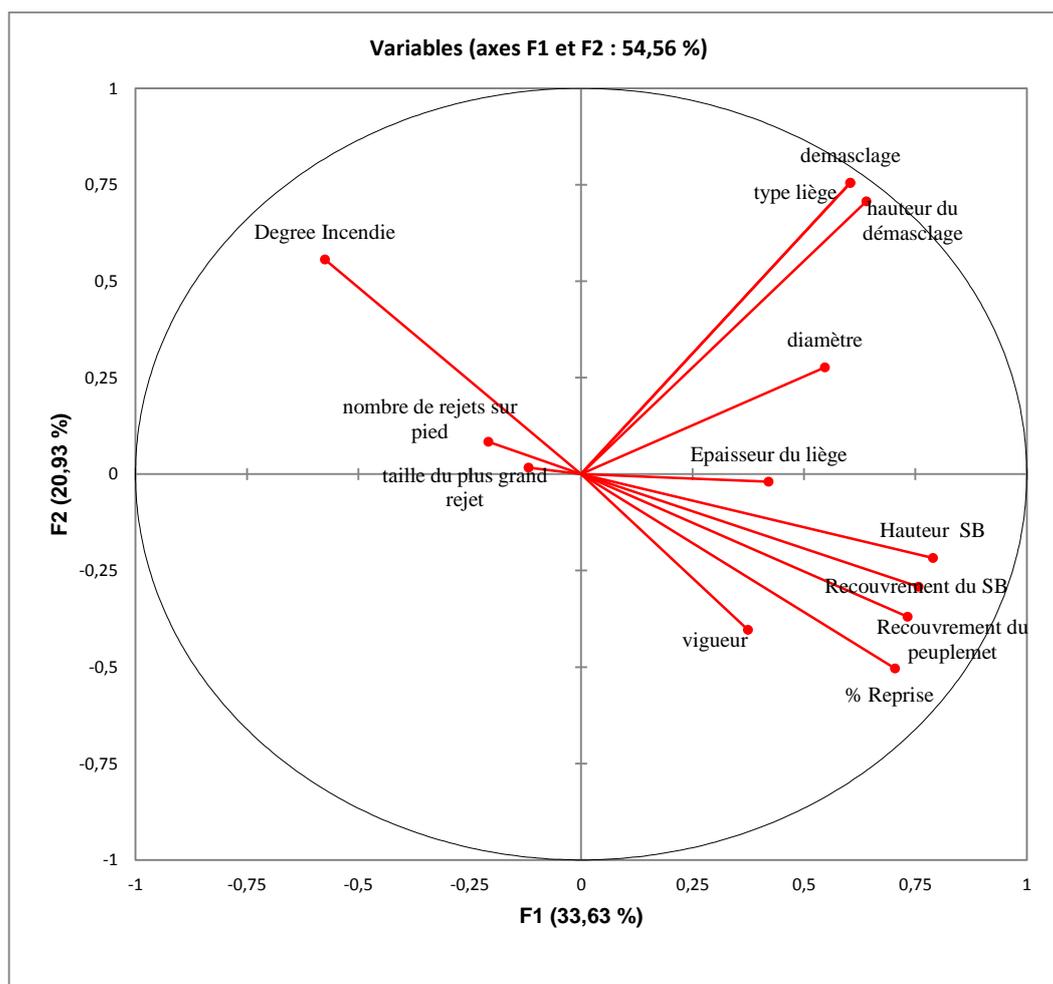


**Figure 29** : Reprise végétative de l'arbre du chêne en fonction de la taille du plus grand rejet

### 3.4. Analyse en composantes principales (ACP)

Nous avons réalisé une Analyse en composantes principales (ACP) qui est une méthode d'analyse de données qui cherche à synthétiser l'information contenue dans un tableau croissant des individus et des variables quantitatives. Produire un résumé d'information au sens de l'ACP c'est établir une similarité entre les individus, chercher des groupes d'individus homogènes, mettre en évidence des bilans de liaisons entres, moyennant des variables synthétiques et mettre en évidence une typologie de variables. L'ACP cherche une façon générale à établir des liaisons entre ces deux typologies.

L'analyse en composantes principales réalisée montre que l'axe F1 et l'axe F2 expliquent 54,56% de variation totale. Le cercle de corrélation de la figure 30 montre que l'opposition de l'axe F1 et F2 intègre les variables explicatives et à expliquer (Reprise végétative). Ce cercle de corrélation explique une remarquable représentation des variables : démasclage, type du liège, la hauteur du démasclage, la hauteur du sous-bois, le recouvrement du peuplement, le recouvrement du sous-bois et le degré d'incendie, notant que ces variables sont hautement corrélées avec la reprise végétative du chêne liège à Kiadi. Par contre les autres variables (nombre de rejets de souches et la taille du plus grand rejet) se rapprochent de l'axe F1 et de son origine montrant qu'elles ont des corrélations très faibles et donc une faible influence sur la variable à expliquer (reprise végétative).



**Figure 30** : Cercle de corrélation des variables étudiées

La projection de l'ensemble des 730 individus recensés et appartenant aux neuf zones sur le plan factoriel (Fig. 31), limité par deux premiers axes (F1\*F2) permet de distinguer 3 groupes :

- Le groupe 1 : Situé dans la partie négative des deux axes F1 et F2, avec un minimum d'individus se rapprochant de l'origine des deux axes. Ce groupe se caractérise par un degré d'incendie important qui s'oppose à la variable à expliquer, reprise végétative des individus. Ce résultat montre qu'il y a peu d'individus des neuf zones qui sont hautement brûlés.
- Le groupe 2 : situé dans la partie positive des deux axes F1 et F2 avec un nombre très important d'individus. Ce groupe se caractérise par une meilleure représentation des variables ayant relation avec la matière liège (type du liège, présence ou absence de liège et la hauteur du démasclage). Ces individus sont négativement corrélés avec la variable à expliquer (reprise végétative après incendie).

- Le groupe 3 : situé dans la partie négative de l'axe F1 et ma partie positive de l'axe F2 avec un nombre maximum d'individus. Ce groupe se caractérise par de fort taux de hauteur de sous-bois, recouvrement du peuplement, recouvrement du sous-bois, vigueur des individus, épaisseur du liège et d'important taux de reprise végétative.

Ce résultat montre que les groupes 1 et 2 s'opposent aux groupe 3 par rapport à l'axe F2 faisant ressortir des corrélations inverses entre les variables du côté positif et celles du côté négatif de cet axe.

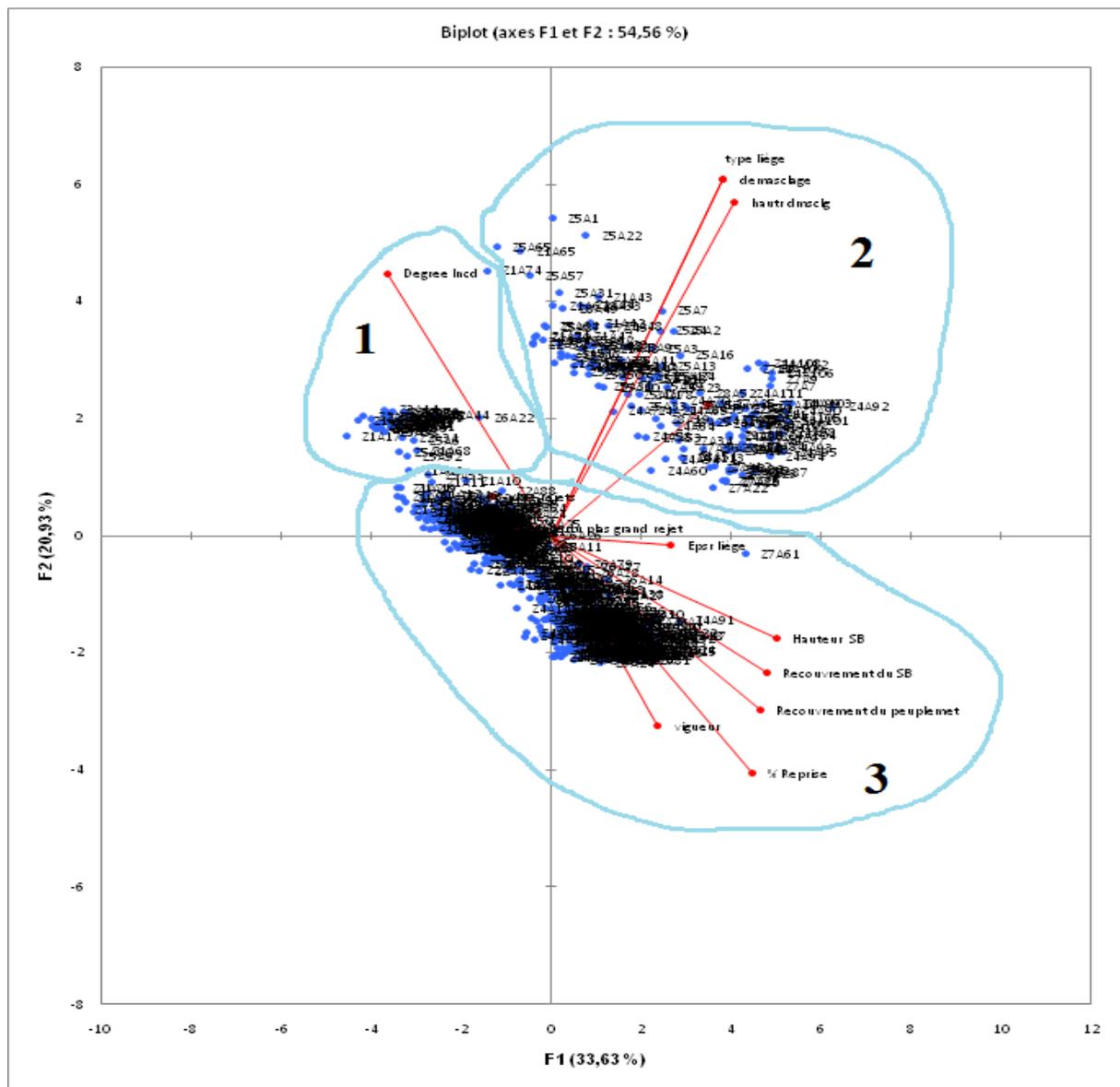


Figure 31 : Plan factoriel des variables étudiées

### 3.5. Modélisation de la reprise végétative des individus de Kiadi après incendie

Pour une gestion durable des plans d'aménagement d'une forêt, différents modèles sont utilisés pour prédire et présenter le développement des forêts à travers le temps (Miini et al. 2006). Une des questions major dans la modélisation des forêts c'est de prédire les dynamiques de régénération. Plusieurs processus de régénération de forêts sont encore non connus et peu étudiés parce qu'il est difficile ou même impossible de mesurer tous les facteurs de régénération (Chazdon, 1988 ; Kozlowski, 2002), pour cela la modélisation est devenue une des méthodes contemporaines pour l'étude des régénérations.

Il existe plusieurs méthodes et outils pour la modélisation d'une régénération, dans le présent travail, afin de modéliser une régénération végétative par individu du chêne liège après incendie, nous avons élaborés une régression linéaire multiple entre les facteurs étudiés. La régression linéaire multiple introduit un model linéaire multidimensionnel dans lequel une variable quantitative est expliquée, modélisée par plusieurs variables quantitatives.

Dans ce modèle, la variable à expliquer est la reprise végétative du chêne liège après incendie et les variables avec lesquelles elle est modélisée sont les différents facteurs significatifs représenté par : le diamètre des individus, la vigueur des arbres, le démasclage des arbres, l'épaisseur du liège, le degré d'incendie affectant chaque arbre ainsi que le nombre de rejets au pied de chaque individu.

#### 3.5.1. Statistiques de la régression multiple

Dans le tableau ci-dessous (Tab. 12) le coefficient de détermination multiple montre une très importante corrélation entre la variable à expliquer (reprise végétative) et les variables explicatives qui est de  $R=0.77$ . Le coefficient de détermination  $R^2 = 0.66$  révèle qu'approximativement 60% de variation de la reprise végétative du chêne liège est expliquée par les facteurs étudiés, autrement dit 60% des valeurs sont incluses dans le model, prouvant son efficacité.

**Tableau 12** : Statistiques de la régression multiples de la reprise par individus

Coefficient de détermination R multiple	0.77
Coefficient de détermination $R^2$	0.60
Coefficient de détermination $R^2$ Ajusté	0.60
Erreur standard	0.60
Observations	730

### 3.5.2. Coefficients de la régression multiple

Le tableau des coefficients (tab.13) sert à donner approximativement l'équation du model de régression linéaire multiple de la reprise végétative du chêne liège par individu après incendie dans la suberaie de Kiadi tel que :

$$\text{Reprise végétative} = 3.12 + 0.03 * \text{Diamètre} + 1.27 * \text{Vigueur} + 0.08 * \text{Démasclage} + 0.1 * \text{Epaisseur du liège} - 0.66 * \text{Degré d'incendie} - 0.007 * \text{Nombre de rejets}$$

**Tableau 13** : Coefficients de la régression de la reprise végétative par individu

<b>Variables</b>	<b>Coefficients</b>
Constante	3.12
Diamètre	0.03
Vigueur	1.27
Démasclage	0.08
Epaisseur du liège	0.1
Degré d'incendie	-0.66
Nombre de rejets	-0.007

## Chapitre IV

---

# Discussion générale

Dans le cadre de ce travail, nous avons fait ressortir l'impact des incendies sur la reprise végétative de la suberaie de Kiadi, tout en étudiant les différents facteurs jugés influents sur cette méthode de régénération. A la lumière des résultats obtenus, à partir de notre approche, la suberaie de Kiadi se révèle être une jeune futaie régulière au petit bois avec un diamètre moyen de 26 cm. Il s'avère que la forêt de Kiadi subie fréquemment des incendies de différentes ampleurs. En 2014, la zone d'étude avait subi quatre (4) incendies successifs à intensités moyennes qui avaient brûlés une surface de 40 hectares.

L'analyse des 79 placettes, soit 730 individus, nous a permis de distinguer et d'appréhender au mieux l'impact de l'incendie de 2014 sur la dynamique de la reprise végétative de la suberaie de Kiadi en fonction des divers facteurs étudiés. En somme, la reprise végétative après cet incendie était moyenne, d'environ 65.96% par placette et de 73 % par individu, ce qui témoigne d'un impact d'incendie considérable sur cette suberaie.

Les résultats obtenus à partir des analyses statistiques réalisés avaient démontré que contrairement aux travaux précédents, l'altitude, l'exposition et la pente des placettes ainsi que leurs caractéristiques édaphiques n'auraient pas d'influence sur la dynamique de la reprise végétative du chêne liège après incendie. Ces facteurs pourraient être influents sur les autres stratégies de régénération mais ce n'est pas le cas de la stratégie étudiée. Par contre, ce travail a bien défini certains facteurs comme facteurs indispensables dans l'évaluation d'un impact d'incendie sur une reprise végétative d'une suberaie :

- Un sous-bois élevé et dense contribue à une meilleure régénération après incendie, malgré la sévérité de l'incendie, cela indique que les facteurs du milieu étaient favorables pour la reprise des deux en parallèle.

- Une forte relation entre la reprise végétative du chêne liège et le recouvrement du peuplement dans la suberaie de Kiadi atteste du bon état de ces placettes et individus après incendie.
- Les caractéristiques de la matière liège sont indispensables dans ce cas d'évaluation, la présence du liège est liée positivement à la reprise végétative de l'arbre et son absence engendre une faiblesse pour l'individu ainsi que sa reprise végétative après incendie diminue.
- Dans les placettes à épaisseur de liège importante, l'incendie n'avait pas de grand impact sur le chêne liège grâce à la protection que lui procure son écorce, l'épaisseur du liège constitue une priorité dans ce cas d'analyses, parce que, une épaisseur de plus de 2 cm est déjà protectrice pour l'arbre face aux incendies, plus l'épaisseur augmente, l'impact négative de l'incendie diminue et la reprise végétative devient meilleure.
- L'impact de l'incendie sur la suberaie dépend principalement du degré d'incendie, un incendie violent, de 4<sup>ème</sup> degré agit négativement sur la suberaie et l'endommagement, par contre, un incendie moyen favorise la reprise végétative du chêne liège.
- Ce travail, a bien défini la vigueur de l'arbre comme facteur limitant de cette reprise individuelle, car, les arbres vivants reprennent rapidement et certains de ceux qui ont l'allure d'être mort reprennent aussi grâce à leurs physiologies qui sont toujours fonctionnelles.
- La dendrométrie des arbres contribue considérablement à leurs reprises végétatives, un arbre d'une circonférence et un diamètre important aident l'arbre à mieux s'entretenir après passage d'incendie ; ils lui confèrent la capacité de reprendre végétativement, contrairement aux diamètres réduits qui sont preuve d'arbres chétifs qui s'affaiblissent après telles perturbations. A l'échelle de l'individu, nous avons aussi prêté attention aux rejets sur pied, qui nous a permis de conclure que la reprise végétative du chêne liège après passage d'incendie et le nombre de rejets de souches au pied des individus seraient deux méthodes différentes de réaction des arbres après incendie, au premier lieu, l'arbre utilise la stratégie de reprise végétative pour faire face aux incendies ; ce n'est que lorsque l'impact négatif de ces derniers est élevé et que cette méthode échoue que l'arbre fait recourir à la deuxième stratégie qui est la reprise par rejets de souches.

Une évaluation de la situation de chaque zone étudiée a été réalisée à travers l'analyse de la structure de chaque paramètre jugé influant sur la dynamique de la reprise végétative du chêne liège après incendie dans la suberaie de Kiadi. Cette évaluation permettrait de déduire

le plan d'aménagement et l'intervention nécessaire dans chacune des neuf parcelles étudiées, après l'analyse de tous ces paramètres, il ressortait que :

- La zone 9, la zone 8 et la zone 7 ont été légèrement brûlées, entre 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> degrés. Elles sont constituées d'individus qui ont des lièges très épais (jusqu'à 4.5 cm) et qui sont démasclés à des hauteurs atteignant 4m. Le sous-bois de ces zones est élevé et dense et leurs recouvrements du peuplement excède 75%. Ces zones témoignent d'une remarquable et très importante reprise végétative des individus, démontrant que toutes les trois ont très bien repris végétativement et naturellement après l'incendie, donc elles ne nécessitent aucune intervention, ni aménagement.
- La zone 6 et la zone 4 ont été moyennement brûlées, entre 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> degrés. Leurs individus ont des lièges épais (entre 0.5 jusqu'à 4 cm) et ceux qui sont démasclés (ceux de la zone 4), c'était à des hauteurs allant jusqu'à 4m. le sous-bois de ces zones est élevé et dense et leurs recouvrements du peuplement excède 50%. Ces zones ont une reprise végétative variante entre les individus (de 25 à plus de 75%), cela montre que la reprise dans ces zones est moyenne et aussi individuelle, donc toute intervention dans ces deux zones devrait être effectué à l'échelle de l'individu, ceux qui sont brûlés au 3<sup>ème</sup> degré et qui n'ont pas bien repris nécessite d'être aménagés et restaurés et surtout à travers des interventions sylvicoles afin d'éliminer les individus morts, les branches calciné et permettre une meilleure reprise végétative .
- Les zones 5, 3, 2 et 1 sont gravement brûlées, entre 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> degrés. Leurs individus ont des épaisseurs de liège très faibles, la plupart sont de 0.1 ; 0.2 ; 0.5 cm et rare sont ceux qui ont atteint 3 cm ; la hauteur du démasclage de ceux qui sont démasclés est entre 2 à 3 m. Ces zones possèdent un sous-bois très faible et un recouvrement du peuplement de moins de 50%. Ces paramètres expliquent la faible reprise végétative dans ces 4 zones qui nécessiteraient d'importantes interventions afin de les aménager et de favoriser leurs futures situations, cela en essayant de venir en aide aux individus qui peuvent encore survivre et reprendre végétativement, tout en éliminant les branches brûlées et en lui procurant l'espace et la lumière suffisant pour régénérer. Concernant les individus qui ne peuvent pas reprendre il serait préférable de les couper pour favoriser d'autre méthodes de régénération tel que par rejets de souches afin de donner une nouvelle vie à la suberaie de Kiadi.

---

## Conclusion, Recommandations et Perspectives

Au terme de ce travail, nous considérons l'objectif atteint. Toutefois, il n'est pas très aisé d'évaluer aussi facilement l'impact d'un incendie sur la reprise végétative d'une suberaie, et ce en raison de la combinaison de plusieurs facteurs intervenant dans le fonctionnement de l'arbre avant et après feu, notamment ceux internes à l'arbre que nous n'avons pas pu quantifier tels que la teneur en eau, le degré de combustibilité et d'inflammabilité. Il est donc hâtif d'en tirer une conclusion définitive. Cependant, à ce stade, l'étude a permis de mettre en évidence un ensemble de facteurs « pionniers » morphologiques et structuraux qui peuvent être considérés comme prépondérants pour assurer et réguler la reprise végétative chez le chêne liège de Kiadi. Ceci nous a aussi incités à émettre des hypothèses sur d'autres facteurs que nous pourrions introduire dans d'autres études plus approfondies. Bien évidemment, l'initiation d'un dispositif de recherche est préalable et plus qu'indispensable pour contrôler l'ensemble des facteurs, les maîtriser et d'en tirer les relations de cause à effet. L'ensemble des résultats attendus permettront d'établir des modèles de reprise végétative régissant l'arbre et/ou la suberaie.

L'analyse des variables étudiées a permis une évaluation aussi correcte que possible de l'impact des incendies sur la dynamique de reprise végétative des incendies dans la suberaie de Kiadi. Par ailleurs, nous recommandons d'approfondir cette étude, en tenant compte des différentes stratégies de régénération par drageonnement et par rejets de souche et par semis, avec un suivi annuel pour appréhender les facteurs régissant la dynamique de la reprise végétative du chêne liège après incendie.

Dans l'immédiat, il s'agit d'intervenir rapidement pour assurer la protection et la préservation de cette suberaie soumise à des incendies récurrents dont la fréquence moyenne est de trois (3) ans et située dans un milieu à haut risque, voire entourée de plusieurs villages. De ce fait, nous pensons nécessaire de présenter quelques recommandations et de proposer quelques perspectives pour atteindre l'objectif ci-dessus cité : protection et préservation.

Depuis le 19<sup>ème</sup> siècle, la stratégie traditionnelle d'aménagement et restauration des zones incendiées et dégradées dans les régions méditerranéennes, fait appel aux techniques de reforestation, et c'est la politique développée en Algérie à travers son plan national de reboisement (PNR) depuis l'année 2000. Ainsi, de massives plantations couvrant de milliers d'hectares sont réalisées dans les régions subéricoles. Bien que ce plan soit intéressant, il n'a pas donné de résultats probants, et ce en raison de plusieurs contraintes relevant du domaine de gestion ultérieure, cas de suivi post reboisement. L'application de cette stratégie traditionnelle présente des difficultés de sa réalisation, de par son coût élevé ainsi que les différents changements dans les régimes du feu durant ces dernières décennies affectant extensivement cette stratégie. Cette stratégie est loin d'être une bonne alternative d'aménagement. Le choix de toute méthode d'aménagement dépend de l'objectif ainsi que de la suberaie elle-même.

La suberaie de Kiadi est une jeune suberaie à grande valeur sociale, économique et écologique. Avant de vouloir appliquer un plan d'aménagement, il serait nécessaire de laisser un intervalle de temps pour que la suberaie puisse réagir face aux incendies, grâce à ses facultés et capacités de reprise qu'elle possède. Un grand nombre d'individu de Kiadi a régénéré végétativement après incendie, ce qui écarterait toute ancienne méthode d'aménagement. Par contre, il serait nécessaire de venir en aide à la suberaie, précisément les zones 5, 3, 2 et 1 pour favoriser au mieux sa dynamique de reprise végétative. La méthode consistera à assainir les parcelles. Les individus de chêne liège qui sont mort ou qui leurs tiges souffrent d'une mortalité (Fig. 32) devraient être coupés et exploités afin de libérer de la



**Figure 32:** Individus morts à couper

place pour passage de lumière et pour le bien être des individus en bonne santé. D'un point de vue sylvicole, couper les individus à tiges mortes serait bénéfique pour l'installation de la reprise végétative par rejets de souches. D'un point de vue écologique, les arbres morts sur pied sont exposés à des attaques d'insectes tels que les *platypus cylindrus* et *xyleborus monographus*, ces insectes constituent rarement un danger pour les arbres avoisinant mais toute mesure de sécurité serait bénéfique pour la suberaie.

Assister la reprise végétative des individus par des éclaircies et des tailles serait nécessaire pour accélérer la cicatrisation et renforcer les capacités de reprise des arbres. L'idée est de créer dans la suberaie et dans l'arbre plus d'espaces vitaux (Fig. 33).



**Figure 33:** Branches mortes à éliminer

Le démasclage juste après incendie serait d'un grand danger pour la reprise de l'individu ; il affaiblit l'arbre et devient sujet pour diverses attaques d'insectes qui en prennent avantage. Il est recommandé de ne démascler que les individus qui ont au moins atteints 75% de reprise végétative, ce qui nécessite une période de 2 à 3 ans après incendie. L'épaisseur du liège est un facteur important à prendre en compte avant le choix de la période et de l'individu à démascler, un arbre à démascler devrait avoir une écorce d'au moins 2 cm d'épaisseur.

Par ailleurs, la mise en défens réglementée pourrait être une solution pour assurer la régénération par drageonnement et par rejets de souche (Fig. 34) en sensibilisant les riverains.



**Figure 34 :** Présence d'animaux dans la suberaie de Kiadi

L'autre méthode à proposer est l'attribution de ce canton dans le cadre de la politique de concession. Autrement, l'attribuer aux riverains selon les textes réglementaires pour assurer sa gestion et son développement durable. Dans le passé, au cours des années cinquante (1950), les forestiers de l'époque avaient initié cette approche à Azazga (cantons Al Ainçer et Aboud). Dans ce dernier, l'olivier avait été introduit comme espèce intercalaire, et ce dans la zone tampon entre la forêt et les terrains privés et d'agglomération. En entretenant l'oliveraie, ils favorisaient la production de liège et d'olive et minimisaient l'impact du feu par la réduction de la densité du sous-bois. C'était aussi le cas à Al Ainçer où des assolements rotations de légumineuses avaient été appliqués dans la suberaie. L'objectif était d'enrichir le sol en Azote pour augmenter la production en liège et la production d'espèces fourragères, et aussi réduire l'impact en raison de la position de cette suberaie le long de la route nationale n° 12, voire haut risque d'incendie. Cette parcelle avait une contenance de 15 hectares (Archives de la circonscription des forêts d'Azazga, projet d'amélioration forestière 1948-1953).

D'autres alternatives et actions complémentaires pour réduire l'impact des incendies sur la suberaie de Kiadi seraient de prévenir les futurs incendies avant leurs apparitions. La première action serait d'éliminer les combustibles dans la suberaie et surtout autour des individus sains (Fig. 35). Aussi, il serait intéressant d'ouvrir 1 à 2 pistes à l'intérieur de la suberaie afin de faciliter l'accès en cas de déclenchement d'incendie.



**Figure 35** : Combustibles autour des individus à éliminer

---

## Références bibliographiques

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

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

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

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

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

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

**Baeza, J., Valdecantos, A., Alloza, J.A. & Vallejo, R., 2007:** Human disturbance and environmental factors as drivers of long-term post-fire regeneration patterns in Mediterranean forests. *Journal of Vegetation Science* 18. 243–252 p.

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

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

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

**Bellingham, P. J., & Sparrow, A. D., 2000:** Resprouting as a life history strategy in woody plant communities. *Oikos*, 89(2). 409-416 p.

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

**Benabid, A., 1989** : Ecologie, conservation et restauration des subéraies. *Formation continue à l'ENFI*. 26-30 p.

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

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

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

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

**Bond, W. J., & Van Wilgen, B. W., 1996:** Introduction. In *Fire and Plants*. 1-15 p. Springer Netherlands.

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

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

**Boudy, P., 1955** : Économie forestière nord-africaine : *Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie* (Vol. 4). Ed. Larose.

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

**Braun-Blanquet, J., 1936 :** Un joyau floristique et phytosociologique "l'isoetion" méditerranéen. Station int. de Géobotanique Méditerranéenne et Alpine.

**Bureau national d'études forestières., 1989 :** Rapport sur l'étude d'aménagement des forêts d'Azazga.

**Cardillo, E., Bernal, C., & Encinas, M., 2007:** El alcornocal y el fuego. *Mérida: IPROCOR, Instituto del Corcho, la Madera y el Carbón Vegetal.*

**Catry, F. X., Moreira, F., Cardillo, E., & Pausas, J. G., 2012:** Post-fire management of cork oak forests. In *Post-Fire Management and Restoration of Southern European Forests.* 195-222 p. Springer Netherlands.

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

**Catry, F. X., Moreira, F., Pausas, J. G., Fernandez, P. M., Rego, F., Cardillo, E., & Curt, T., 2012:** Cork oak vulnerability to fire: the role of bark harvesting, tree characteristics and abiotic factors. *PLoS One, 7*(6).

**Catry, F. X., Rego, F. C., Bação, F. L., & Moreira, F., 2010:** Modeling and mapping wildfire ignition risk in Portugal. *International Journal of Wildland Fire, 18*(8). 921-931p.

**Catry, F. X., Rego, F., Moreira, F., Fernandez, P. M., & Pausas, J. G., 2010:** Post-fire tree mortality in mixed forests of central Portugal. *Forest Ecology and Management, 260*(7). 1184-1192 p.

**Chazdon, R. L., 1988:** Sun flecks and their importance to forest understory plants. *Advances in ecological research, 18.* 1-63p.

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

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

**Correira, O. A., Oliveira, G., Martins-Loução, M. A., & Catarino, F. M., 1992**: Effects of bark-stripping on the water relations of *Quercus suber* L. *Sci Guerund* 18. 195-204 p.

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

**Curt, T., Bertrand, R., Borgniet, L., Ferrieux, T., & Marini, E., 2010**: The impact of fire recurrence on populations of *Quercus suber* in southeastern France. In *VI International Conference on Forest Fire Research* (pp. 10-p).

**Curt, T., Schaffhauser, A., Borgniet, L., Dumas, C., Estève, R., Ganteaume, A., & Poilvet, B., 2011**: Litter flammability in oak woodlands and shrublands of southeastern France. *Forest Ecology and Management*, 261(12). 2214-2222 p.

**De Luis, M. D., Verdú, M., & Raventós, J., 2008**: Early to rise makes a plant healthy, wealthy, and wise. *Ecology*, 89(11). 3061-3071 p.

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

**Del Tredici, P., 2001**: Sprouting in temperate trees: a morphological and ecological review. *The botanical review*, 67(2). 121-140 p.

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

**Duplat, P., & Peyrotte, G., 1981** : Inventaire forestier et estimation de l'accroissement des peuplements forestiers. *Section technique de l'office national des forêts, Fontainebleu*, 432 p.

**FAO, 2013** : Global forest resources assessment 2005 : *Report on fires in the Mediterranean*.

**Gill, A. M., & Stephens, S. L., 2009**: Scientific and social challenges for the management of fire-prone wildland–urban interfaces. *Environmental Research Letters*, 4(3), 034014.

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

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

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

**Keeley, J. E., & Rundel, P. W., 2005:** Fire and the Miocene expansion of C4 grasslands. *Ecology Letters*, 8(7). 683-690 p.

**Kozłowski, T. T., 2002:** Physiological ecology of natural regeneration of harvested and disturbed forest stands: implications for forest management. *Forest ecology and management*, 158(1). 195-221p.

**Lamey, A., 1893 :** Le chêne liège, sa culture et son exploitation. Paris, Nancy. Edit. Berger-Levrault. 289 p.

**Levy, G., Frochot, H., & Becker, M., 1990:** Installation des peuplements de chêne et facteurs du milieu. *Revue Forestière Française*, 1990, 2, fascicule thématique " Chêne sessile, Chêne pédonculé et Chêne rouge d'Amérique en forêt française".

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

**Malak, D. A., & Pausas, J. G., 2006:** Fire regime and post-fire Normalized Difference Vegetation Index changes in the eastern Iberian Peninsula (Mediterranean basin). *International Journal of Wildland Fire*, 15(3). 407-413p.

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

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

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

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

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

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

**Miina, J., Eerikäinen, K., & Hasenauer, H., 2006:** Modeling forest regeneration. In *Sustainable Forest Management*. Springer Berlin Heidelberg. 93-109p.

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

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

**Moreira, F., Duarte, I., Catry, F., & Acácio, V., 2007:** Cork extraction as a key factor determining post-fire cork oak survival in a mountain region of southern Portugal. *Forest Ecology and Management*, 253(1). 30-37p.

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

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

**Orieux, A., 1974 :** Conditions météorologiques et incendies en région méditerranéenne. *Revue Forestière Française*, 1974, 5, fascicule thématique " Les incendies de forêts".

**Oulmouhoub, S., & Benhouhou, S., 2007 :** Évolution floristique des suberaies incendiées dans la région d'El Kala (nord-est Algérie). *Ecologia mediterranea*, 33. 85-94p.

- Pausas, J. G., & Keeley, J. E., 2009:** A burning story: the role of fire in the history of life. *BioScience*, 59(7). 593-601p.
- Pausas, J. G., & Keeley, J. E., 2014:** Abrupt climate-independent fire regime changes. *Ecosystems*, 17(6). 1109-1120p.
- Pausas, J. G., & Keeley, J. E., 2014:** Evolutionary ecology of resprouting and seeding in fire-prone ecosystems. *New Phytologist*, 204(1). 55-65p.
- Pausas, J. G., & Vallejo, V. R., 1999:** The role of fire in European Mediterranean ecosystems. In *remote sensing of large wildfires*. 3-16p. Springer Berlin Heidelberg.
- Pausas, J. G., 1994:** Species richness patterns in the understory of Pyrenean *Pinus sylvestris* forest. *Journal of Vegetation Science*, 5(4). 517-524p.
- Pausas, J. G., 1997:** Resprouting of *Quercus suber* in NE Spain after fire. *Journal of Vegetation Science*, 8(5). 703-706p.
- Pausas, J. G., 1999:** Response of plant functional types to changes in the fire regime in Mediterranean ecosystems: a simulation approach. *Journal of Vegetation Science*, 10(5). 717-722p.
- Pausas, J. G., 2015:** Bark thickness and fire regime. *Functional Ecology*, 29(3). 315-327p.
- Pausas, J. G., Llovet, J., Rodrigo, A., & Vallejo, R., 2009:** Are wildfires a disaster in the Mediterranean basin? –A review. *International Journal of Wildland Fire*, 17(6). 713-723p.
- Pausas, J. G., Marañón, T., Caldeira, M., & Pons, J., 2009:** Natural regeneration. *Cork Oak Woodlands on the Edge*, 1. 115-125p.
- Pereira H., 2007:** Cork: biology, production and uses. *Elsevier Publishing*, Amsterdam.
- Piazzetta, R., 2004 :** Réhabilitation des suberaies incendiées : Quelles perspectives pour l'utilisation du liège brûlé en bouchonnerie. In *Colloque Vivexpo 2004 : 'Le chêne-liège face au feu*.
- Piazzetta, R., 2005 :** État des lieux de la filière liège française. Institut méditerranéen du liège. *Project-Interreg III-B. Medoc. SUBER-MED*.

**Pintus, A., & Ruiu, P. A., 2006** : Les incendies et l'exploitation des subéraies en Sardaigne. In *Actes du colloque international « L'Homme et le liège », Vivès (Francia)*, Vol. 15. 17 p.

**Pintus, A., & Ruiu, P., 2004** : La réhabilitation des suberaies incendiées. *Colloques Internationaux Vivexpo 2004 : 'Chêne liège face au feu'*.

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

**Plaisance, G., 1955** : Influence de la lumière sur les semis de chênes. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle du Doubs* 59. 171-181p.

**Pleininger, T., Rolo, V., & Moreno, G., 2010** : Large-scale patterns of *Quercus ilex*, *Quercus suber*, and *Quercus pyrenaica* regeneration in Central-Western Spain. *Ecosystems*, 13(5). 644-660p.

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

**Pons, J., & Pausas, J. G., 2006**: Oak regeneration in heterogeneous landscapes: the case of fragmented *Quercus suber* forests in the eastern Iberian Peninsula. *Forest Ecology and Management*, 231(1). 196-204p.

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

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

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

**Quezel P., 1976** : Forêts et maquis méditerranéens : écologie, conservation et aménagement. *Note technique du MAB N° 2. Presse de l'UNESCO*, Paris. 9-33p.

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

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

**Rundel, P. W., 1973:** The relationship between basal fire scars and crown damage in giant sequoia. *Ecology*, 54(1). 210-213p.

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

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

**Salamani, M., 1991 :** Premières données palynologiques sur l'histoire Holocène du massif de l'Akfadou (Grande-Kabylie, Algérie). *Ecologia Mediterranea*, 17. 145-159p.

**Schaffhauser, A., Curt, T., & Tatoni, T., 2011:** Fire-vegetation interplay in a mosaic structure of *Quercus suber* woodlands and Mediterranean maquis under recurrent fires. *Forest Ecology and Management*, 262(5). 730-738p.

**Seigue, A., 1987 :** La Forêt méditerranéenne française. *Aménagement et protection contre les incendies*. Aix-en-Provence, Edi sud.

**Sémah, A., & Renault, J., 2004 :** L'évolution de la végétation depuis deux millions d'années. Éditions Artcom'-Errance, Paris. 314p.

**Silva, J., & Catry, F., 2006:** Forest fires in cork oak (*Quercus suber* L.) stands in Portugal. *International Journal of Environmental Studies*, 63(3). 235-257p.

**Toumi, L., & Lumaret, R., 1998:** Allozyme variation in cork oak (*Quercus suber* L.): the role of phylogeography and genetic introgression by other Mediterranean oak species and human activities. *Theoretical and Applied Genetics*, 97(4). 647-656 p.

**Trabaud, L., 1984:** Fire adaptation strategies of plants in the French Mediterranean area. In *Being alive on land*. 63-69 p. Springer Netherlands.

**Trabaud, L., 1987:** Dynamics after fire of Schlerophyllous plant communities in the Mediterranean basin. *Ecologia mediterranea*, 13(4). 25-37 p.

**Trabaud, L., 1991:** Fire regimes and phytomass growth dynamics in a *Quercus coccifera* garrigue. *Journal of Vegetation Science*, 2(3). 307-314 p.

**Varela, M. C., 2004 :** Le chêne-liège et les incendies de forêts : le cas portugais. In *colloque Vivexpo : le chêne liège face au feu*.

**Velez, R., 1999 :** Espagne : les feux de forêt en 1998. *Forêt méditerranéenne*, 20(2).

**Vidal, R., Amandier, L., 2007 :** Etude des causes du dépérissement des subéraies varoises de 2003 à 2005. *Forêt méditerranéenne*, 28(1). 3-14 p.

**Vignes, E., 1988 :** Sylviculture du chêne liège : directive de l'office national des forêts dans la var. *forêt méditerranéenne X (I)*. 164-165 p.

**Whelan, R. J., 1995:** The ecology of fire. *Cambridge University-a short interval between fires in California chaparral*.

**WWF, Fonds Mondial pour la Nature., 2001 :** Les forêts de méditerranée, une nouvelle stratégie de conservation. *WWF Programme Méditerranée*, Rome. 25 p.

**Yessad, S., 2000 :** le chêne liège et le liège dans les pays de la méditerranée occidentale. Ed. ASBL Forêt Wallonne. 111p.

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

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

**Annexe 1** : Matrice de corrélation des variables étudiées

	plac	Hsb	Alt	Exp	Rep	Rsb	Pen	natrs	Hum	Nrss	Circ	diam	vig	Dms	Hdm	tlg	Elg	Din	Repr	nbrj	Drjh	Tgrj
plac	1,00																					
Hsb	0,75	1,00																				
Alt	-0,08	0,05	1,00																			
Exp	-0,22	-0,15	-0,25	1,00																		
Rep	0,65	0,69	0,18	-0,21	1,00																	
Rsb	0,86	0,81	-0,22	-0,12	0,67	1,00																
Pen	0,01	0,20	0,33	-0,25	0,09	0,08	1,00															
natrs	-0,13	0,12	0,31	0,01	0,16	-0,03	0,04	1,00														
Hum	-0,25	-0,31	0,11	-0,09	-0,24	-0,34	-0,03	-0,10	1,00													
Nrss	-0,05	-0,10	0,11	0,16	-0,15	-0,19	-0,14	0,16	-0,07	1,00												
Circ	0,17	0,43	0,02	-0,02	0,30	0,37	0,03	0,16	-0,14	-0,36	1,00											
diam	0,21	0,46	0,05	-0,05	0,37	0,39	0,05	0,16	-0,12	-0,38	0,98	1,00										
vig	0,13	0,10	0,00	0,01	0,11	0,11	-0,08	-0,18	-0,30	0,03	0,03	0,05	1,00									
Dms	-0,03	0,28	0,07	-0,11	0,01	0,14	0,29	0,23	-0,25	-0,04	0,37	0,35	0,06	1,00								
htm	0,12	0,38	0,11	-0,08	0,28	0,30	0,06	0,24	-0,31	-0,20	0,65	0,63	0,10	0,68	1,00							
tlg	0,17	0,47	0,02	-0,12	0,15	0,36	0,26	0,07	-0,28	-0,21	0,46	0,43	0,01	0,79	0,76	1,00						
Elg	0,50	0,51	0,07	-0,07	0,44	0,50	0,10	0,10	-0,08	-0,36	0,56	0,59	0,22	0,04	0,27	0,10	1,00					
Din	-0,42	-0,42	-0,15	0,06	-0,62	-0,47	0,07	-0,23	0,33	-0,17	-0,04	-0,08	-0,40	0,11	-0,04	0,11	-0,26	1,00				
Repr	<b>0,69</b>	<b>0,66</b>	<b>0,15</b>	<b>-0,23</b>	<b>0,78</b>	<b>0,68</b>	<b>0,12</b>	<b>0,05</b>	<b>-0,35</b>	<b>-0,14</b>	<b>0,28</b>	<b>0,34</b>	<b>0,34</b>	<b>-0,02</b>	<b>0,20</b>	<b>0,09</b>	<b>0,52</b>	<b>-0,73</b>	1,00			
nbrj	-0,11	-0,28	-0,38	0,23	-0,40	-0,16	-0,14	-0,24	-0,23	0,05	-0,23	-0,23	0,07	-0,03	-0,11	-0,02	-0,22	0,32	<b>-0,29</b>	1,00		
Drjh	-0,11	-0,28	-0,38	0,23	-0,40	-0,16	-0,14	-0,24	-0,23	0,05	-0,23	-0,23	0,07	-0,03	-0,11	-0,02	-0,22	0,32	<b>-0,29</b>	1,00	1,00	
Tgrj	0,11	0,02	-0,30	0,37	-0,03	0,13	-0,18	-0,16	-0,19	0,04	-0,01	-0,01	0,07	-0,11	-0,10	-0,08	0,15	-0,01	<b>0,05</b>	0,38	0,38	1,00

## Annexe 02 : Valeurs propres de l'Analyse en composante principales

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
Valeur propre	4,372	2,720	1,770	1,191	1,048	0,472	0,436	0,295	0,248	0,201	0,164	0,082
Variabilité (%)	33,630	20,926	13,615	9,163	8,063	3,633	3,354	2,272	1,906	1,545	1,260	0,633
% cumulé	33,630	54,555	68,170	77,333	85,397	89,030	92,384	94,656	96,562	98,107	99,367	100,000

## Annexe 03 : Vecteurs propres de l'Analyse en composantes principales

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
Hauteur SB	0,377	-0,132	0,037	-0,233	-0,294	0,410	0,055	-0,006	-0,238	-0,066	-0,682	0,015
Recouvrement du peuplement	0,350	-0,224	-0,037	-0,224	-0,192	-0,317	-0,019	0,743	-0,068	0,181	0,201	-0,090
Recouvrement du SB	0,362	-0,177	0,097	-0,236	-0,300	0,311	0,010	-0,416	-0,006	0,048	0,640	0,039
Diamètre	0,262	0,168	-0,016	0,474	-0,314	-0,285	0,692	-0,124	-0,030	0,023	-0,023	-0,048
Vigueur	0,179	-0,244	0,114	0,335	0,616	0,397	0,223	0,170	-0,328	0,211	0,121	0,015
Démasclage	0,289	0,458	0,022	-0,095	0,186	0,008	-0,100	-0,030	-0,002	0,012	0,013	-0,389
hauteur Dmsclg	0,306	0,429	0,021	-0,068	0,147	-0,056	-0,055	0,080	0,033	-0,015	0,017	0,826
type liège	0,289	0,458	0,022	-0,095	0,186	0,008	-0,100	-0,030	-0,002	0,012	0,013	-0,389
Epsr liège	0,201	-0,012	0,039	0,684	-0,285	0,073	-0,634	0,045	-0,010	0,021	-0,002	-0,004
Degree Inc.	-0,275	0,337	-0,002	0,077	-0,264	0,608	0,202	0,457	0,269	-0,124	0,165	-0,026
% Reprise	0,337	-0,305	0,084	0,071	0,249	-0,007	0,057	0,034	0,686	-0,487	-0,075	-0,042
Nbre rejets	-0,100	0,051	0,685	-0,012	-0,046	-0,132	-0,004	0,096	-0,393	-0,568	0,107	-0,015
taille du plus grand rejet	-0,056	0,010	0,704	-0,037	-0,046	-0,023	0,016	-0,033	0,364	0,582	-0,158	0,005

## Annexe 04 : Cosinus carrés des variables de l'Analyse en composante principales

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
Hauteur SB	<b>0,623</b>	0,047	0,002	0,065	0,091	0,079	0,001	0,000	0,014	0,001	0,076	0,000
Recouvrement du peup.	<b>0,537</b>	0,137	0,002	0,060	0,039	0,047	0,000	0,163	0,001	0,007	0,007	0,001
Recouvrement du SB	<b>0,573</b>	0,085	0,017	0,067	0,094	0,046	0,000	0,051	0,000	0,000	0,067	0,000
Diamètre	<b>0,299</b>	0,077	0,000	0,268	0,103	0,038	0,209	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000
Vigueur	0,140	0,163	0,023	0,134	<b>0,398</b>	0,074	0,022	0,009	0,027	0,009	0,002	0,000
Démasclage	0,365	<b>0,570</b>	0,001	0,011	0,036	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012
hautr Démasclage	0,410	<b>0,500</b>	0,001	0,005	0,023	0,001	0,001	0,002	0,000	0,000	0,000	0,056
type liège	0,365	<b>0,570</b>	0,001	0,011	0,036	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012
Epsr liège	0,177	0,000	0,003	<b>0,557</b>	0,085	0,003	0,175	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
Degree Incendie	<b>0,331</b>	0,310	0,000	0,007	0,073	0,174	0,018	0,062	0,018	0,003	0,004	0,000
% Reprise	<b>0,496</b>	0,254	0,012	0,006	0,065	0,000	0,001	0,000	0,117	0,048	0,001	0,000
Nbre rejets	0,043	0,007	<b>0,831</b>	0,000	0,002	0,008	0,000	0,003	0,038	0,065	0,002	0,000
taille du plus grand rejet	0,014	0,000	<b>0,876</b>	0,002	0,002	0,000	0,000	0,000	0,033	0,068	0,004	0,000

## **Résumé**

Le présent travail a été réalisé dans la suberaie domaniale de Kiadi, située à l'ouest de la forêt d'Akfadou (Tizi-Ouzou), où elle couvre une superficie de 144.85 ha. Cette étude a été menée après l'incendie d'Août 2014, dans 79 placettes, dans un objectif principal d'évaluer l'impact des incendies sur la dynamique de reprise végétative de la suberaie de Kiadi et un objectif secondaire de distinguer les facteurs qui influent sur le taux de cette reprise pour enfin, conclure avec un plan d'aménagement de la suberaie après incendie. Le résultat des analyses statistiques a démontré une reprise végétative du peuplement de 65.96% et une reprise végétative individuelle de 73%, cela démontre que la reprise végétative de la suberaie est considérable malgré la sévérité de l'incendie. Les mêmes résultats ont révélés : 1) Qu'un sous-bois dense et élevé ainsi qu'un recouvrement du peuplement important attestent d'une bonne reprise du peuplement, 2) Que la vigueur des individus est un facteur limitant de la reprise végétative du chêne liège après incendie, 3) Que les individus sont protégés par la présence de leurs écorces, les arbres qui ont un liège de plus de 2 cm d'épaisseur sont plus protégés que les autres individus, 4) Que le diamètre des individus joue un rôle important dans leurs réactions vis-à-vis des incendies, les arbres à diamètres élevés sont moins sensibles aux incendies que les arbres à diamètres faibles, 5) Le nombre de rejets de souches et la reprise végétative sont négativement corrélés, indiquant que ce sont deux méthodes différentes de réaction de l'arbre contre l'incendie, qui apparaissent à différents moments, 6) l'intensité de l'incendie détermine son impact sur la reprise végétative du chêne liège.

**Mots clés :** *Quercus suber*, Incendie, Reprise végétative, dynamique, Kiadi, Akfadou, Tizi-Ouzou.

## **Abstract**

The present post fire study was carried out in the cork oak forest of Kiadi, located in the western side of Akfadou (Tizi-Ouzou), where it covers an area of 144.85 ha. This work has two main objectives, firstly, to assess the impact of fire on the vegetative recovery of the cork oak forest of Kiadi, secondly, to highlight the factors which determine the rate of this recovery. The statistical results revealed a considerable vegetative recovery at the study area 65.96%, and an individual recovery of 73%. In the other side, these results demonstrated that: 1) A high and dense understory and an important stand recovery are evidence of a good vegetative recovery of the forest, 2) The vigor of the trees is a limiting factor of the vegetative recovery of the cork oak after fire, 3) The individuals are protected by the presence of their bark, trees with a bark thickness exceeding 2 cm are more protected than the others, 4) the tree's diameter plays an important role in the determination of the individual reactions against fires, trees with an important diameters are less susceptible to fires than the others, 5) Vegetative recovery and basal resprouting are two different methods of cork oak reaction against fires, they appear in different moments, depending on the fire impacts, 6) finally and mainly, the fire regime determines the fire impact on the vegetative recovery in cork oak forests.

**Key words:** *Quercus suber*, fire, vegetative recovery, dynamic, Kiadi, Akfadou, Tizi-Ouzou.