昵图网 nipic.com/zdl98821

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHESCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA

Faculté des Sciences

Mémoire de master

Département Science de la nature et de la vie

Spécialité : *Ecologie*

Présenté par : ***Remana Soumia*** *et* ***Ziani Souhila.***

Thème :

Contribution à l'étude de degré de base des incendies de forets des massifs forestiers de la partie Sud de la wilaya de Médéa

Soutenue publiquement le 15/06/2022

Devant le jury composé de :

Mm . Bouderbala R	MAA. UYFM	**Examinateur 1**
Mr Licir.M.	MAA, U. Médéa	**Examinateur 2**
Mr GHENNAM K.	MCA, U. Médéa.	**Encadreur**

Médéa, 2021/ 2022

Remerciement

Nous tenons préalablement à exprimer notre profonde gratitude en premier lieu envers

DIEU de nous avoir donné la chance et le courage afin de réaliser ce modeste travail.

Nous désirons exprimer nos vifs remerciements à notre promoteur monsieur Ghenname Kamel, mètre de conférant B, à l'université de Médéa, de nous avoir encadrée le long de ce travail, nous le remercions pour son patience et pour nous avoir guidée et orientée ainsi que pour les efforts qu'il a prodigué, ses conseils et son gentilles.

Nous remercient également tout le personnel de la Circonscription des Forêts de Médéa et beni slimane et de ain boucif et de berrouaghia en particulier :

mr boukerche mohammed , mr merakchi , mr dif mokhtar , mr dahmaninacer , mr dahmani djamal , mr gharboudj abdel djalil , mr brahimi yacine et mme

Amina qui nous beaucoup aidés.

Enfin, nous tiens à exprimer notre reconnaissance à toutes les personnes qui ontcontribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce mémoire à …

A ma très chère mère,

Affable, honorable, aimable : Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.

Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour.

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

A mon Père,

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, L'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour toi.

Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

A mes sœur : Fatiha , Dalila , Hassiba , Hanane ;

Et mes frères : Fouad et Boubaker.

A tout la famille Remana et Zaroutta .

Et mes amies : spécialement ma binôme Ziani Souhila d'avoir eu le courage d'achever ce travail malgrétout ce qu'elle a enduré, Adjroude Fatima elzahraa,Ibtissame,Rima, Yousra,Ilhame.

Soumia

Dédicaces

Ala mémoire de mon défunt père

. Àla plus belle créature que Dieu a créée sur terre

, Àcette source de tendresse, de patience et de générosité,

, Àma mère !

À mon homme qui a toujours était

À mes cotés

A mes chères sueurs : Fatiha et Aicha et Soumia

À mes frère Atia, Salime, Omar, Billel, Lkhdar ainsi que leurs enfants

Àmes beaux-parents et à toute ma famille Ziani

Àtous mes amis et collègues : Ibtissame, Ikrame, Rima, Nassima, Ihcen, Samar.

Àtous les étudiants de la promotion 2021/2022

A tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer.

Souhila

RESUME

Les forêts méditerranéennes représentent un milieu naturel fragile et profondément perturbé par l'action de l'homme. Ces écosystèmes forestiers sont caractérisés par deux types de critères : leur hétérogénéité spatiale et leur vulnérabilité due à leur exploitation irrégulière par l'homme. Sur le pourtour méditerranéen, estime que la couverture forestière originelle présentait environ 82% de la surface totale des pays méditerranéens, actuellement il en reste que 17% de ce patrimoine forestier souvent considéré comme profondément dégradé dans les pays du sud. Les forêts et les maquis algériens qui appartiennent au territoire méditerranéen, couvrent 4,1 millions d'hectares soit un taux de boisement de 11% pour le nord de l'Algérie et de 1,7 % seulement si les régions sahariennes arides sont également prises en considération.

Ces taux de boisement sont évidemment très insuffisants pour assurer l'équilibre physique et biologique. Les causes de ces faibles taux sont dues à plusieurs facteurs. En effet la dégradation actuelle, trop rapide et intense des forêts a entrainé des modifications du couvert végétal qui est formé essentiellement de trois types de formations végétales : la forêt, le maquis et la broussaille.

La répartition de ces formations dépend de facteurs environnementaux (le relief, l'orographie, géologie et la géomorphologie, le climat etc.) et anthropozoogènes (les incendies, le pâturage etc.) qui ont sensiblement influé la structure de la forêt de la région de Sud de Médéa en agissant sur sa composition floristique.

L'étude de ces facteurs est indispensable pour la préservation des écosystèmes forestiers et pour l'orientation des politiques d'aménagement forestier. A l'échelle du territoire de la wilaya de Médéa, la couverture forestière est très hétérogène, elle est caractérisée par la dominance des maquis qui découle de la dégradation de la forêt sous l'action directe ou indirecte de l'homme notamment les incendies.

Mots clés : incendies, foret, Médéa, formation végétales, combustibles.

ABSTRACT

Méditerranéen Forest represent a fragile natural environnement deeply disturbed by human action. These forest ecosystems are characterized by two types of criteria : their spatial heterogeneity and their vulnerability due to their irregular exploitation by man. On the Mediterranean rim, it is estimated that the original forest cover represented around 82% of the total area of Mediterranean countries, currently only 17% of this forest heritage remains, often considered to be deeply degraded in southern countries. The Algerian forests and maquis which belong to the Mediterranean territory, cover 4.1 million hectares, i.e. an afforestation rate of 11% for the north of Algeria and only 1.7% if the arid Saharan regions are also taken into consideration.

These afforestation rates are obviously very insufficient to ensure the physical and biological balance. The causes of these low rates are due to several factors. Indeed, the current, too rapid and intense degradation of the forests has led to changes in the plant cover, which is essentially made up of three types of plant formations: the forest, the maquis and the brushwood.

The distribution of these formations depends on environmental factors (relief, orography, geology and geomorphology, climate, etc.) and anthropozoogenic (fires, grazing, etc.) which have significantly influenced the structure of the forest in the South region of Médéa. by acting on its floristic composition.

The study of these factors is essential for the preservation of forest ecosystems and for the orientation of forest management policies. At the scale of

territory of the wilaya of Médéa, the forest cover is very heterogeneous, it is

characterized by the dominance of maquis which results from the degradation of the forest under the direct or indirect action of man, in particular fires.

Keywords: fires, forest, Médéa, plant formation, fuels.

ملخص

تمثل غابات البحر الأبيض المتوسط بيئة طبيعية هشة مزعجة بشدة من الأعمال البشرية. تتميز هذه النظم الإيكولوجية للغابات بنوعين من المعايير: عدم تجانسها المكاني وضعفها بسبب استغلالها غير المنتظم من قبل الإنسان. على حافة البحر الأبيض المتوسط ، تشير التقديرات إلى أن الغطاء الحرجي الأصلي يمثل حوالي 82 ٪ من إجمالي مساحة بلدان البحر الأبيض المتوسط وال يزال حاليا 17٪ فقط من هذا التراث الحرجي ، وغالبا ما يعتبر متدهورا للغاية في البلدان الجنوبية , تغطي الغابات الجزائرية و المكسوس التي تتميز إلى منطقة البحر الأبيض المتوسط 4.1 مليون هكتار ، أي بمعدل تشجير 11٪ لشمال الجزائر و 1.7٪ فقط إذا أخذنا في االعتبار المناطق الصحراوية الواحلة.

من الواضح أن معدالت التشجير هذه غير كافية للغاية لضمان التوازن البيئي والبيولوجي. تعود أسباب هذه المعدالت المنخفضة إلى عدة عوامل. في الواقع ، أدى التدهور الحالي والسريع والشديد للغابات الى تغيرات في الغطاء النباتي ، و الذي يتكون اساسا الى ثالثة انواع من التكوينات النباتية : واالدغال ، واألشجار و الغابة .

يعتمد توزيع هذه التكوينات على العوامل البيئية)التضاريس ، والجغرافيا ، والجيولوجيا والجيومورفولوجيا ، والمناخ ، وما إلى ذلك(واألنثروبوزوجين)الحرائق ، والرعي ، وما إلى ذلك(التي أثرت بشكل كبير على بنية الغابة في المنطقة الجنوبية من مديا. يعمل على تكوينه الزهري.

تعتبر دراسة هذه العوامل ضرورية للحفاظ على النظم اإليكولوجية للغابات ولتوجيه سياسات إدارة الغابات. بمؤاس

أراضي والية مديا ، الغطاء الحرجي غير متجانس للغاية ، إنه كذلك

تتميز بمتنة المآوي التي تنتج عن تدهور الغابة تحت تأثير مباشر أو غير مباشر لإلنسان ، وال سيما الحرائق.

الكلمات المفتاحية: حرائق ، غابات ، مديا ، تكوين نباتي ، وقود.

ABREVIATION :

DB : degré de base .

IRQ : Indice de risque

ICM : indice de combustibilité

NbrIncd : nombre d'incendie

PP : précipitation

Tm : température

V : vent

HR : humidité relative

DFCI : défonce contre les incendies de forets.

FAO : The food and Agriculture Organisation.

Liste des tableaux

Tableaux 01 : Relations entre le type de bioclimat, les valeurs P ; de Q2 et le nombre de mois 4

Tableaux 02 : Principales essences forestières d'Algérie 9

Tableaux 03 : Revenue tirés de la foret en 1999. 15

Tableaux 04 : Degré d'inflammabilité par espèces 21

Tableaux 05 : L'humidité relative influe sur l'inflammabilité 29

Tableaux 06 : principales essences forestières de la wilaya de Médéa. 53

Tableaux 07 : Précipitation moyenne mensuelles 56

Tableaux 08 : Les températures moyenne en degrés Celsuis 57

Tableaux 09 : La force de vent 58

Tableaux 10 : Le quotient pluviométrique d'Emberger 60

Tableaux 11 : : Répartitions annuelle des nombres d'incendie et la superficie forestière du massif forestier sud 76

Tableaux 12 : Variation du degré de base du risque d'incendies 78

Tableaux 13 : Matrice de corrélation 80

Listes des Figures

Figure 01 : Répartition des principales zones forestières du pourtour Méditerranéen 6

Figure 02 : L'incendie de végétation du Nord de l'Algérie 8

Figure 03 : Le triangle du feu. 23

Figure 04 : Les feux d'humus..... 31

Figure 05 : Les feux de surface 31

Figure 06 : Les feux de cimes 32

Figure 07 : Carte de végétation de la wilaya de Médéa..... 54

Figure 08 : La carte climatique de la wilaya de Médéa..... 58

Figure 09 : Diagramme d'Ombrothermique Bagnols et Gaussen de la zone d'étude 60

Figure 10 : Système des indices de danger..... 63

Figure 11 : Variation des forets par commun..... 73

Figure 12: Bilan du degré de base du danger des forets de la wilaya de Médéa..... 74

Figure 13 : Indice et degré de risque pour les massifs forestier de sud de la wilaya de Médéa. ……77

Figure 14 : Variation du degré de base du risque d'incendie 78

Figure 15 : Variation spatio-temporelle de nombre d'incendie..... 79

Figure 16: Analyse en composantes principale annuelle..... 81

Figure 17 : Analyse en composantes principale spatio-temporelle 82

SOMMAIRE

SOMMAIRE

Introduction 1

CHAPITRE I : Généralités Sur La Forêt Algérienne Dans Le Cadre Méditerranéen

I.1 Les incendies de forêts en région méditerranéenne 4
I.1.1 La forêt méditerranéenne 4
I.1.2 Le climat méditerranéen 4
I.1.3 La végétation méditerranéenne 5
I.1.4 Les feux en forêt 6
I.1.4.1 Les feux en forêt méditerranéenne 6
I.2. Description écologique des forêts algériennes 7
I.2.1. Présentation de la forêt algérienne 7
I.2.1.1. Les forets en Algérie 7
I.2.1.2. Les feux de forêt en Algérie 10
I.2.2. Problématiques des écosystèmes forestiers en Algérie 10
I.2.2.1. Incendies 10
I.2.2.2. Surpâturage 11
I.2.2.3. Défrichement 11
I.3. Etat actuel des peuplements forestiers 12
I.4. Potentialités des forêts algériennes 12
I.4.1. Répartition géographique 12
I.4.2. Importance et distribution 12
I.4.2.1. Diversité floristique 12
I.4.2.2. La diversité phytocénotique 13
I.4.3. Revenus de la forêt algérienne 14
I.4.4. Fonctions écologiques de la forêt 15
I.5. Notion de pyrophyte 16
I.5.1. Les différentes types de pyrophytes 16
I-6- Le système d'information géographique (SIG) 17

CHAPITRE II : Etude Pyrologique Des Incendies De Forêts

II -1- Historiques des feux de forêt en Algérie.....18
II -2- Les incendies..... 18
II -2-1-Définition des incendies de forêts.....19
II -3- Pyrologie forestière..... 20
II -4- Inflammabilité..... 20
II -5- La combustibilité 22
II -6- Mécanisme de feu.....22
II -6.1- Le combustible..... 23
II -6.2- Le comburant 23
II -6.3- La chaleur..... 24
II -7-La pyrolyse..... 24
II -8- La flamme 24
II -9- Conditions d'inflammation 25
II -10- Modes de propagation de la combustion.....25
II -10.1.1- Transmission par conduction 25
II -10.1- La propagation par transmission de chaleur 26
II -10.1.2- Transmission par rayonnement thermique..... 26
II -10.1.3- Transmission par convection 26
II -10.2- La propagation par déplacement des substances en combustion 27
II -10.2.1- Par les gaz 27
II -10.2.2-Par les liquides 27
II -10.2.3- Par les solides..... 27
II -11- Facteurs influençant la propagation des incendies de forêts..... 27
II -11.1- Les combustibles..... 27
II -11.1.1- Teneur en eau 27
II -11.1.2- Composition chimique 28
II -11.2- Les facteurs atmosphériques 28
II -11.2.1- Les précipitations 28
II -11.2.2- L'humidité relative 28
II -11.2.3-Le vent.....29
II -11.2.4-La température 29
II -11.3- Les facteurs topographiques.....30
II -11.3.1-L'inclinaison de la pente 30
II -11.3.2- Exposition des pentes..... 30

II -11.3.3- Elévation du terrain 30
II -12- Les différents types de feu ……,,, ... 31
II -12.1- Les feux de d'humus ……,, ... 31
II -12.2- Les feux de surface ……,,, ... 31
II -12.3-Les feux de cime ……..……,,, ... 32
II -13- Formes et parties d'un feu de forêt ……..……,,, ... 32
II -13.1-Formes des feux de forêts ……,,, ... 32
II -13.2-Différentes parties d'un feu de forêt ……,,, ... 32
II -14-Les facteurs de prédispositions ……,,, ... 33
II -14.1-Le type de végétation et le climat ……,,, ... 33
II -14.2-L'occupation du territoire 34
II -15-Facteurs influençant la régénération végétale post-incendie 34
II -15.1- Fréquence du feu 34
II -15.2-Intensité du feu…. 35
II -15.3- Taille de l'incendie 35
II -16-L'influence des facteurs anthropiques 36
II -17- Les causes des incendies de forêt en Algérie 36
II -18-Impact du feu sur l'environnement 37
II -18.1-Action sur les écosystèmes forestiers 37
II -18.2-Action sur le sol 38
II -18.3-Action sur la pédofaune 38
II -18.4-Action sur la faune forestière 38
II -18.5-Impact socio-économique 39
II -19- Influence de feu sur l'écosystème 39
II -19-1- Incendie et effet de serre 39
II -19- 2- Influence de feu sur le sol 40
II -19-2-1- Effets du feu sur les propriétés physique des sols 40
II -19-2-2- Effets du feu sur la matière organique 41
II -19-2-3- Effets du feu sur la disponibilité des nutriments 41
II -19-2-5- Effets du feu sur la faune 43

II -19- 3- Influence de feu sur la végétation 43

II -20- Les facteurs influençant l'origine et le développement des feux de foret 45

II -21- Les risques 45

II -21-1- Les risques liée à l'homme 45

II -21-2- Risque liée à la végétation et le combustible..... 45

II -21-3- Risque liée à la topographie..... 45

II -22- La lutte contre les feux de forets..... 46

II -22-1- La lutte préventive 46

II -22-1-1- Les aménagements de DFCI 47

II -22-2- La surveillance et la détection 48

CHAPITRE III : Concept Matériel Et Méthode

III -1 Caractérisation de la région d'étude..... 50

III -1-1 Situation géographique.....50

III -1-2 Le relief..... 50

III -1-3 Géologie et pédologie..... 51

III -1-3–1 Le Trias..... 51

III -1-3–2 Le Crétacé inférieur..... 51

III -1-3–3 L'unité Epi-tellienne..... 52

III -1-3–4 Les unités gréseuses..... 52

III -1-3–5 Les formations quaternaires..... 52

III -1-4 La faune et la flore 52

III -2 Le climat.....55

III -2-1 La pluviométrie..... 55

III -2-2 La neige.....56

III -2-3 Les températures..... 57

III -2-4 Les vents..... 57

CHAPITRE IV : Méthodologie De Récolte Et D'analyse Des Données

IV- 1 Choix de la méthode : Méthode d'évaluation du degré de base de danger d'incendie.62

IV- 2 Description de la méthode 63
IV- 3 Méthodologie et récolte des données 64
IV- 3 -1 Méthode et outils..... 64
IV- 3 -2 Récolte des données statistique 65
IV- 4 Traitement de données 65
IV- 4 -1 Indice de risque 65
IV- 4 -2 Indice de causalité 66
IV- 4 -3Indice de combustibilité 67
IV- 4-4 Evaluation du degré de base de risque..... 69
IV- 4-5 Interprétation..... 69
IV- 5-Étape de réalisation de la base de donnée de système d'information géographique .. 70

CHAPITRE V : Résultats Et Discussion

V-1 : Analyses des feux des forets de la wilaya de Médéa 73
V-1-1- Evolution annuelle des superficies de forêts sud de la wilaya..... 73
V-1-2- : Evolution annuelle des nombres d'incendies et des superficies brulées de la wilaya
…….. ……. 73
V-2 : Évaluation du degré de base du danger des forêts de la wilaya de Médéa..... 74
V-2- 1-Calcul du degré de base de risque..... 74
V-2- 1-1 Indice de risque..... 74
V-2- 1-2 Indice de causalité 74
V-2- 1-3 Indice de combustibilité..... 75
V-2- 1-4 degré de base de risque..... 77
V-4-Evaluation de degré de base de danger (Db)..... 78
V-5-Variations spatio-temporelles de nombre d'incendie..... 79
V-6- Relation entre les variables incendie et climat..... 80
V-7-2- Analyse en composantes principale en fonction de la variabilité spatio-temporelle...81

Conclusion..... 84

Référence Bibliographique 85

INTRODUCTION GENERALE

La forêt représente un ensemble d'arbre vivant en étroite association et de telle façon que chacun influencé par les autres, tout au long de son développement. Elle est constituée par des végétaux qui, d'année en année, édifient un fut ligneux à partir du substrat minérale et humique du sol, et dont la présence d'un manteau de feuillage permet au système de supporter des variations de température et d'humidité qui pourraient sans cela être fatales. Ces structures forestières ont donc la possibilité de poursuivre leur croissance en taille et en volume durant des siècles. Ainsi, la strate arborescente est en mesure de déterminer une régulation autonome du microclimat sous-jacent et d'approvisionner en permanence le sol en matériel. Il s'établit, de la sorte, un faisceau de relations interactives entre plantes, bactéries, champignons et animaux, c'est ensemble constituant la communauté forestière. La foret représente la réponse fonctionnelle la plus complexe des êtres vivants aux conditions de vie sur terre. (Professeur Sandro Pignatti1978).

Chaque année, partout dans le monde 750 000 à 8,2 millions de km de forêts et de prairies sont brulées (NASA., 2003), une moyenne de 487 000 feux de végétation s'est produite par ANS AU cours de la période 2003-2007 dans les forêts et autres terres boisées de la planète. Les surfaces parcourues au niveau global sont estimées, par télédétection satellitaire, entre 3,5 et 4,4. 10° km par anS durant la période 2000-2007 (Boschetti et al., 2004 ; Roy et al., 2008 ; Tanseny et al ., 2008 in Meddour-Sahar., 2014).

Le territoire envisagé ici correspond à la région méditerranéenne telle qu'elle est classiquement définie (Daget 1977 ; Quézel1985) , en fonction de sa flore et de son climat . Elle se situé entre le 25° et le 45° parallèle Nord , occupe environ 2 300 000 Km² . Elle comprend , en fonction des aléas politique , 25 pays , soit partiellement , soit entièrement inclus dans cette région (Rivas-Martinez et al 1933 ; Médail et Quézel , 1999 b).

La région méditerranéenne est exposée à ce danger en raison des conditions climatiques difficiles à supporter pour la végétation, mais également de la forte pression anthropique **(**Moro,2006). Les incendies de forêts représentent une véritable calamité pour les forêts méditerranéennes. Chaque année, on estime jusqu'à 50 000 incendies dans la région méditerranéenne et plus de 600.000 hectares rasés par les flammes **(Colin et *al*., 2001).**

En Algérie, La surface parcourue annuellement par le feu varie entre 20 000 et 30 000hectares. Il en résulte de très lourdes charges pour la société toute entière, pour l'Etat et les collectivités locales en particulier **(**Missoumi et Tadjerouni., 2003**).**

Le bio-Cosme forestier est toujours envisagé de façon évolutive, régi tout au-long de son histoire par les variations progressives des facteurs externes : désertification, climat subtropical, réchauffement climatique, les incendies et enfin présence de l'homme, dont l'impact sur les écosystèmes est bien important que partout ailleurs.

Le feu est une force écologique ancienne et universelle qui a modelé la plupart de ces écosystèmes. Associé à l'action du climat et aux formes topographiques, l'incendie a contribué à créer, mais pas toujours de façon prépondérante, les types de communautés biotiques qui vivent autour de la méditerranée. Il est difficile de connaître avec certitude depuis quelle époque le feu exerce son influence.

Dans certains secteurs, plus qu'un risque, l'incendie est devenu un « phénomène naturel » et depuis quelques décennie la convergence de plusieurs facteurs conjugués et malheureusement très complémentaires favorisent la prolifération et l'extension annuelle d'incendies imprévisibles, incontrôlés et catastrophiques (Trabeaud, 1988).

La prédiction du comportement du feu est une activité préalable à la lutte proprement dite, nécessaire pour déterminer les moyens qu'il faudrait envoyer contre le feu et pour les organiser et les diriger (Velez, 1999).

La définition du risque d'incendie équivaut à la probabilité de déclenchement d'un feu selon les conditions de base de la forêt .Cette probabilité peut être obtenue à partir d'une distribution de fréquence, comprenant le plus grand nombre possible de données, sur une carte (Velez, 1999).

La plupart des méthodes anciennes sont orientées dans l'évaluation du risque sur la base de données météorologiques .La mise en évidence des zones géographiques à risque et l'appréciation statistique de ce risque devraient orienter les implantations des aménagements D.F.C.I. (Effenterre, 1990).

Pour atteindre ces objectifs nous avons réaliser ce travail comprenant plusieurs chapitres .

Dans le premier chapitre nous aborderons d'abord les rôles de la forêt, connaissance indispensable dans les campagnes de sensibilisation du public, ensuite nous enchaînerons sur une présentation succincte de la forêt algérienne dans son cadre méditerranéen.

Nous étudiant dans le second, l'incendie de forêt d'une façon pluridisciplinaire de manière à cerner son dynamisme et ces différents mécanismes, pour analyser le comportement de l'incendie afin d'en déduire les actions a mener sur le plan de la prévention et de la lutte active. Nous rappellerons ensuite les conséquences de l'incendie.

Dans le troisième chapitre nous tenterons dans un premier lieu, de présenter caractérisation de la zone d'étude.

Le quatrième chapitre sera consacré à concept , matériel , et méthodes .

Dans le dernier chapitre nous expliquons la méthode de récoltes et d'analyse des données, nous présentons les résultats et nous terminerons par des discussions et recommandations , et en termine par un conclusion.

CHAPITRE I

I.1 - Les incendies de forêts en région méditerranéennes :

I.1- 1- Les forêts méditerranéennes

Les forêts méditerranéennes présentent divers caractères spécifiques les différenciant des autres ensembles forestiers de la planète. Sur le plan physionomique, les ligneux à feuilles persistantes et les conifères jouent un rôle majeur. Ces forêts se caractérisent aussi par leur richesse et leur diversité floristiques, qui sont évidentes aussi bien au niveau des espèces constitutives que du cortège associé. Ces particularités sont la conséquence de l'histoire même de la région méditerranéenne, et de la mise en place de sa flore, mais aussi des fréquentes instabilités morphogénétiques, souvent liées à des phénomènes de disjonction d'aire et à des hybridations ou interrogeassions survenues lors des recolonisations postglaciaires.
L'importance des zones refuges, surtout situées dans les régions de moyenne montagne et dans les péninsules, explique aussi la diversité des phytocénoses forestières et l'originalité génétique de leurs composantes.

I-2- Le climat mediterranéen

Les caractères et les particularités du climat et du bioclimat méditerranéens sont à l'heure actuelle bien connus, et il est inutile s'y attarder longuement (cf. en particulier DAGET, 1977 ; QUEZEL, 1985 ; MARCHAND, 1990). Nous limitons donc à rappeler les concordances les plus souvent admises entre les bioclimats méditerranéens et européens, les précipitations annuelles (P) et le nombre de mois secs correspondants d'une part (Cf. Tab. 1), mais sans oublier que la différence entre les deux types de bioclimat consiste en la présence ou l'absence d'une période de sécheresse estivale.

Tab. **1** : relations entre le type de bioclimat, les valeurs de P (moyenne annuelle des précipitation), de Q2 (coefficient d'Emberger) et le nombre de mois secs.(QUÉZEL&MÉDAIL,2003)

Type de bioclimat	Précipitations annuelles (P en mm)	Coefficient d'Emberger Q2 (pour m=0°C)	Nombre De mois secs
Bioclimat per-aride	P< 100 mm Q2	Q2< 20	11 à 12 mois
Bioclimat aride 100	100 < P < 400 mm	20 < Q2 < 30	7 à 10 mois
Bioclimat semi-aride	400 < P < 600 mm	30 < Q2 < 50	5 à 7 mois
Bioclimat sub-humide	600 < P < 800 mm	50 < Q2 < 90	3 à 5 mois
Bioclimat humide	800 < P < 1200 mm	90 < Q2 < I2O	1 à 3 mois
Bioclimat per-humide	P < 1200 mm	Q2 > 120	+/- 0 mois

I-3- La végétation méditerranéenne

Sur le pourtour méditerranéen, les tures forestières plus exactement arborées (Cf. Fig. 1) correspondent en fonction des critères écologiques et des actions anthropiques qu'elles subissent, à trois ensembles dynamiques de signification très différentes (BARBERO et al., 1990), qui ne trouvent que partiellement leurs équivalents dans les forêts non méditerranéennes.

- **Les groupements forestiers** proprement dits constituent des structures de végétation relativement stables, malgré une action anthropique toujours présente, à couverture arborée dense, à cortège floristique significatif s'intégrant dans des unités phyto- sociologiques de type forestier, et sol évolué. Dominants en région européenne, ils sont nettement plus localisés en région méditerranéenne où ils constituent, sauf dans des situations écologiques spéciales, des structures climaciques et des fins de séries de végétation. Selon le schéma dynamique classique, là où la forêt est écologiquement susceptible de se développer en l'absence d'un impact trop élevé de l'homme et de ses troupeaux, elle représente l'aboutissement d'une série progressive de végétation.
- **Les groupements pré-forestiers**

constituent en réalité deux entités distinctes. bioclimats per-humide, humide et sub-humide, aussi bien en région méditerranéenne qu'européenne, ils sont essentiellement constitués par des structures de végétation fortement anthropisées, à couverture plus ou moins dense, à sols encore relativement bien conservés, constituant des stades transitoires d'évolution vers les véritables forêts, ou encore les lisières de celles-ci. En revanche, dans le semi-aride voire localement l'aride, et ceci uniquement en région méditerranéenne, ils représentent des structures bloquées dans les conditions édapho-climatiques actuelles, en général de type matorral arboré, et qui constituent dès lors la végétation potentielle. Ces pré-forêts répondent de toute façon à des structures de végétation particulières, où les conifères jouent en général

un rôle majeur. Enfin, en situations écologiques particulières dans les autres types de bioclimats (groupements permanents ou édapho-climax surtout), ils peuvent correspondre en région méditerranéenne aussi bien qu'européenne, à des structures de végétation spéciales, où les conifères joue également un rôle majeur.

Les groupements pré-steppiques : absents de la région européenne mais communs au sud (DJEBAILI, 1990 ; DAHMANI, 1998) et à l'est de la région méditerranéenne (ZOHARY

1973) constituant des formations arborées lâches dont la sous- strate ne possède systématiquement plus d'espèces se rapportant aux unités ou séries forestières ou pré forestières classiques. Ils sont au contraire envahis par des espèces pérennes à affinité steppique, puis par des annuelles nitrophiles rejetées par les troupeaux.



Fig. 1: **Répartition des principales zones forestières du pourtour méditerranéen .** (BARBERO *et al.*, 1990).

I-4- Les feux de forêt :

Les incendies parcourent 3 à 4 millions de km^2 de la planète chaque année et sont responsables de la libération de 2-3 pg (10^{15} g) de carbone dans l'atmosphère (Giglio et al.2006).Une moyenne de 487 000 feux de végétation s'est produite par un cours de la période 2003-2007 dans les forêts et autres terres boisées de la planète (FAO, 2010). Le Mozambique, les Etats-Unis d'Amérique, Madagascar, la Pologne, le Portugal, La Fédération de Russie, l'Espagne, l'Argentine et la Hongrie sont en tête de la liste, avec une moyenne de plus de 10 000 feux de végétation par an (FAO, 2010).

I -4-1- Les feux en forêts méditerranéennes :

Chaque année, 35 000 à 40 000 ha du paysage méditerranéen sont réduits en cendres, ce qui correspond à 3000, voire 4000 départs de feux par an, du fait d'un climat particulièrement favorable (longue sécheresse); (Lopez et al, 1996).

Les incendies en forêts méditerranéennes sont des "perturbations" historiquement ancrées dans la dynamique naturelle de nos écosystèmes. D'un point de vue écologique, une perturbation n'exprime pas toujours une notion désastreuse et catastrophique, au sens où elle éradiquerait définitivement les espèces touchées ; au contraire en éliminant une partie des

formations en présence, elle contribue grandement à établir une mosaïque de milieu hétérogène, particulièrement très riche.

La majorité des espèces végétales de la région sont douées de stratégies adaptatives ingénieuses afin de recoloniser les zones ravagées par les flammes. Certaines d'entre elles, comme l'Inule visqueuse (Inua viscosa) ou le Pin d'Alep (Pinus halepensis), sont dites anémogames, c'est-à-dire quelles bénéficient d'une très bonne dispersion de leurs graines par le vent. D'autres attendus pour se développer des conditions thermiques favorables, c'est le cas du Ciste à feuilles de Sauge (Cistus salvifolius) dont la germination des spores, enfouies dans le sol, est spontanément générée après le passage d'un incendie.

I -2- Description écologique des forets Algériennes :

I-2-1- Les forêts en Algérie :

La superficie des forêts algériennes est estimée à 4,7 millions d'hectares de forêts et de maquis, ce qui représente un taux de boisement d'à peine 11 %, en ne considérant que le nord du pays. Le patrimoine forestier est ainsi dominé par les maquis, dont la superficie est estimée à 1,8 millions d'hectares, qui représente 45 % de la superficie forestière et arborée totale, alors que les forêts naturelles, au sens strict, n'occupent que 32 %. Les superficies reboisées représentent quant à elles 972 800 Ha, soit 23 % .

I-2-1-1- Répartition géographique des forêts et de leurs essences :

La forêt algérienne est inégalement répartie, elle est constituée par une variété d'essences de type méditerranéen. C'est des espèces feuillues sempervirentes, plus spécialement des chênes, et des résineux thermophiles et surtout des pins. Leur développement est lié essentiellement au climat régional.

Cette forêt est localisée entièrement sur la partie septentrionale du pays et elle est Sud par les monts de l'Atlas saharien. Indique que la forêt (indice de végétation élevée) est surtout concentrée au nord-est du pays. (Indice de végétation élevé) est surtout concentrée au nord-est du pays.

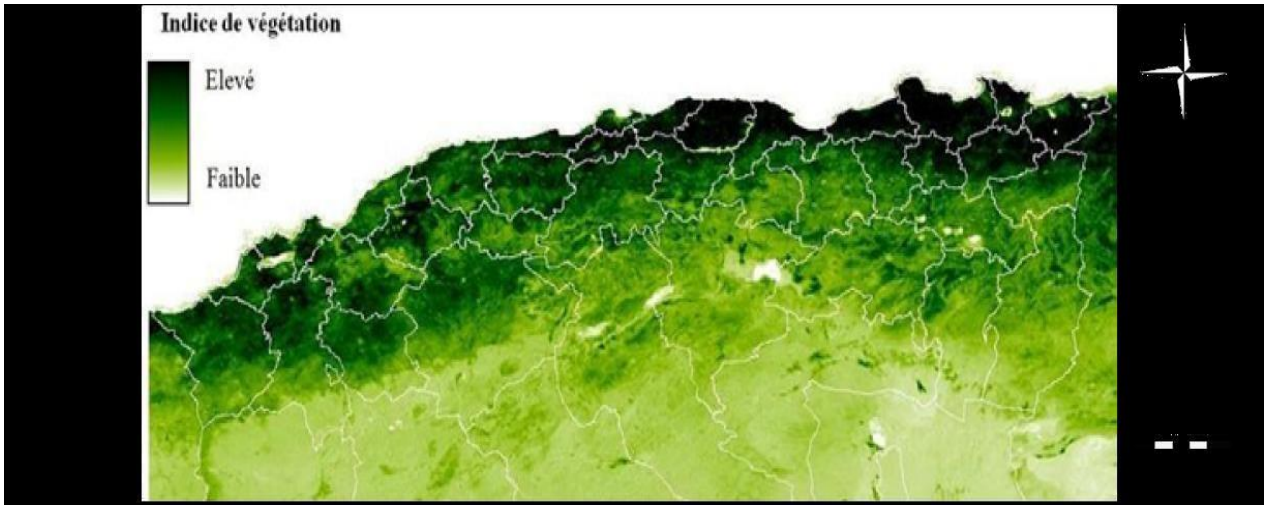


Fig. 2: L'indice de végétation du Nord de l'Algérie (image Spot végétation, avril-2011).

Au fur et à mesure qu'on s'éloigne du littoral, le faciès forestier change du Nord au Sud du Pays. On peut distinguer globalement les principales zones forestières suivantes :

- **Le littoral**

C'est surtout les chaînes côtières du nord-est du pays comme celles de : Tīzi-Ouzou, Bejaia, Jijel, Collo, Skikda, El Milia et El Kala. Ces régions sont très arrosées et elles composent les forêts les plus denses. C'est l'aire de répartition d'essences principales à savoir : le chêne liège et le chêne zen mais également du chêne afarès et du pin maritime localement.

- **L'Atlas tellien central et occidental**

C'est une région moins arrosée, où l'on retrouve les grands massifs de pin d'Alep et de chêne vert dans les zones du centre et de l'Ouest. On rencontre également les peuplements de thuya. Le cèdre de l'atlas est localisé sur les plus hauts sommets de cette chaîne (Babors, Djurdjura, Atlas Blidéen, Ouarsenis).

- **L'Atlas saharien**

Il abrite les grands massifs de pin d'Alep des Aurès-Nememcha, des Monts du Hodna, des Monts de Ouled Nail et Amour, ainsi que la majeure partie de la cédraie des Aurès en altitude, au dessus de 1200m. Sur les versants de cet Atlas, on rencontre également le chêne vert et surtout le genévrier.

Les essences principales composant les formations forestières et leurs superficies sont reportées dans le Tableau 2.

Tab. 2: Principales essences forestières d'Algérie (PNR : Plan national de reboisement, Alger, 1999).

Espèces forestières	Superficie Ha	taux%
Pin d'Alep (Pinus Halipensis**)**	800 000	35.4
genévrier de Phénicie (Juniperus phoenicea)	217 000	9.6
Thuya de Berbérie (Tétraclinis articula ta	143 000	6.3
Pin maritime (Pinus pina ster)	38 000	1.7
Cédre de I'atlas (Cedrus atiantica)	12 000	0.5
Total Résineux	**1210 000**	**53.5**
Chêne liège (Quercus suber)	463 000	20.5
Chêne vert (Quercus ilex)	354 000	15.7
Chêne zen et chêne afarés (Quercus afares)	65 000	2.9
eucalyptus (Euca lyptus sp)	52 000	2.3
autres (frêne, peuplier, l'orme,..)	116 000	5.1
Total Feuillus	**1 050 000**	**46.5**
Total général	**260 000**	**100**

On peut constater d'après le tableau 2, Que les formations résineuses dépassent légèrement les formations feuillues,53,5% contre 46.5%. la formations prédominante est la pineraie de pin d'Alep, qui occupe 35,4 % de la superficie forestière totale, et se rencontre principalement dans les zones semi-arides.

La subéraie, avec 20,5 %, se localise principalement dans le nord-est du pays. Les chênaies à zen et afarès (2,9 %), occupent les milieux les plus frais au-dessus de l'étage de la subéraie.

La pineraie du pin maritime, à l'état naturel, est localisée dans le nord-est du pays et couvre 1,7 %, Les cédraies sont disséminées en îlots discontinus dans le Tell central et surtout les Aurès (0,5 %).

Ces essences constituent le premier groupe de forêts, dites économiques, en comptant les eucalyptus introduits avec 52 000 Ha, soit 2,3 %, dans le Nord et surtout à l'Est du pays, elles totalisent 63,3 % de la superficie forestière de notre pays.

Le second groupe de forêts, dites de protection, est constitué par le chêne vert (15,7 %), surtout abondant dans le nord-ouest du pays, le thuya de Berbérie (6,3 %) et le genévrier de Phénicie (9,6 %).

I-2-1-2- Les feux de forêts en Algérie :

En Algérie, à l'instar des pays méditerranéens, le patrimoine forestier subit les effets de la dégradation, à cause de sa composition floristique en espèces très combustibles, au climat méditerranéen (chaud et sec en été) qui favorise l'éclosion de feux et à l'activité anthropique qui exerce une pression assez forte sur le patrimoine.

I.2.2. Problématiques des écosystèmes forestiers en Algérie :

Les écosystèmes forestiers sont essentiels à la stabilisation climatique ainsi qu'à la gestion des ressources en sol et en Eau. Ils abritent des quantités innombrables de plantes, d'animaux et de microorganismes (Abdelguerfi, 2003a). Selon (Boudy, 1955), il y a deux siècles, les forêts algériennes, couvraient encore 5 millions d'hectares.

Les formations forestières en Algérie sont dans un état dégradé, d'où le plus souvent il est question de garrigue et maquis, stipa tenascissima se trouve dans à peu près la majeure partie du patrimoine forestier. L'Algérie dispose d'un large potentiel alfatier, également dégradé, dont la production s'estime à 30 000 t/an vers les années 90 (D.G.F., 2005).

Sur les 4,1 millions d'hectares, 2 millions sont constitués de forêts dégradées (maquis et garrigues) (F.A.O., 2006). De 1830 à 1955, la forêt algérienne a perdu 1 815 000 millions d'hectares et de 1955 à 1997, elle en a perdu 1 215 000 ha. Les principaux facteurs de dégradation des forêts sont les défrichements, le surpâturage et les incendies (Bensouiah, 2004).

I.2.2.1. Incendies :

Les incendies de forêt se multiplient et leurs causes peuvent être naturelles ou accidentelles : foudre, chaleur, sécheresse atmosphérique excessive, incinération de broussailles et feux de camping OU volontaires. Ils permettent d'étendre les superficies des pâturages et des terres cultivées.

En l'Algérie, l'application de l'aménagement est toujours limitée par les incendies répétés avec un risque de sensibilité d'après la méthode de (Cmagref, 1989). L'aménagement forestier est l'un des moyens les plus adéquats pour lutter contre les incendies de forêt. Les plans d'aménagement intégrant toutes les infrastructures nécessaires en matière de D.F.C.I à savoir :

*/L'ouverture et l'entretien de pistes.

*/L'ouverture de T.P.F.

*/L'installation de postes vigie.

*/Le captage et l'aménagement de points d'eau.

Cela s'ajoute à l'intensification de la surveillance des massifs forestiers par Des brigades mobiles et les gardes forestiers notamment en périodes à haut risque.

L2.2.2. Surpâturage :

Le pâturage est une activité normale en forêt, parfois souhaitée, car le bétail participe au contrôle de la prolifération des strates arbustives et herbacées, hautement inflammables. Cependant, le surpâturage, reste l'une des principales causes de la dégradation de la forêt. En effet, ceci empêche le développement des jeunes pousses et des jeunes plantes forestières ce qui est en soit une perturbation de la régénération de la forêt, et caractérisé un épuisement des ressources disponibles soumettant ainsi les terrains forestiers à l'érosion hydrique et éolienne. Le surpâturage est généralement considéré comme une cause essentielle de la dégradation des écosystèmes naturels (Le Houerou, 1968). En Algérie, les éleveurs préconisent le pâturage libre du bétail, sans limitation de la densité de charge et sans clôtures (Montero et Canellas, 1998)., En effet, et comme le signale (Benabdeli, 1996), nos forêts sont souvent sollicitées par les pasteurs comme source d'appoint pour l'alimentation du bétail.

I.2.2.3 Défrichement :

La régression des surfaces forestières en Algérie est due principalement au défrichement des terres, en effet cette opération de déforestation est censée répondre à un besoin en terres d'agriculture cultivable. Néanmoins, ceci contribue directement à la diminution de la surface forestière provoquant ainsi à un déséquilibre écologique pour l'écosystème forestier, ce qui est en soit une menace pour l'existence d'espèces animales et végétales. De 1893 à 1941, le domaine forestier a perdu 116 000 ha de forêts au profit de l'extension des cultures coloniales (R.N.E., 2000). Actuellement, le défrichement et le travail des terres forestières, constituant la seconde infraction après le pacage. En effet, les services concernés trouvent des difficultés importantes pour y faire face et ce, en l'absence d'une politique de cadastre forestier (D.G.F., 2005).

I.3. État actuel des peuplements forestiers :

La forêt algérienne apparaît comme une formation végétale dont les arbres sont en état de lutte continuelle contre les facteurs de dégradation. Compte tenu de tous les éléments historiques qui la marquèrent et des pressions anthropiques se sont sans cesse sur elle, la forêt semble glisser rapidement sur la voix d'une dégradation progressive des essences principales et son remplacement par le maquis et les broussailles. C'est pourquoi elle est clairsemée en formation ouverte, entrecoupée par de nombreuses vides et les forêts méritant leur appellation sont plutôt rares (FAO, 2000).

I.4. Potentialités des forêts algériennes :

I.4-1. Répartition géographique :

La forêt algérienne est localisée entièrement sur la partie septentrionale du pays et limitée au sud par les monts de l'Atlas Saharien. Elle est inégalement répartie suivant les différentes régions écologiques, ce qui leur confère des taux de boisements très variables. En effet, ces taux décroissent d'Est en Ouest et du Nord au Sud plus particulièrement. La forêt algérienne est constituée par une variété d'essences appartenant à la flore méditerranéenne, leur développement est lié essentiellement au climat. Au fur et à mesure que l'on s'éloigne du littoral, le faciès forestier change du Nord au Sud du pays. On peut distinguer deux principales zones bien différentes :

*/ Le littoral et surtout les chaînes côtières de l'Est du pays comme la Grande Kabylie, Bejaia, Jijel, El Milia, EI Kala. Ces régions sont bien arrosées, et comportent les forêts les plus denses et les plus belles. C'est l'aire de répartition de deux essences principales, à savoir : le chêne liège et le chenezeen.

*/Les hautes plaines continentales, plus sèches représentées par les régions steppiques situées entre les chaînes côtières et l'Atlas saharien. Ces zones contiennent dans leurs parties accidentées de grands massifs de pin d'Alep et de chêne vert (Aurès, Djelfa et Saida) (Ouelmouhoub, 2005).

I.4-2 Importance et distribution :

I-4-2-1 Diversité floristique :

La structure et la distribution spatiale de la végétation obéissent généralement à l'influence du climat, du parcours et de l'incendie. La position géographique de l'Algérie et la diversité des

sols et des climats sont permis d'enrichir et de varier la flore forestière algérienne. En dehors des éléments floristiques communs au bassin méditerranéen, on rencontre dans la partie Nord, des espèces de diverses origines : européennes, asiatiques, cir-cumboréale, paléo tropical etc.

Dans la partie Sud, les massifs du Sahara central se composent de 3 éléments floristiques d-'origines biogéographiques différentes : saharo arabique, méditerranéennes confinées aux altitudes supérieures à 1500m et tropicales localisées dans les oueds et les vallées environnantes. Sur les 70 taxons arborés qui comporte la flore spontanée algérienne (QUEZEL & SANTA, 1962, 1963) 52 espèces résincus et feuillus se rencontrent dans les zones montagneuses. En plus de ces espèces, la flore d'Algérie se caractérise par un taux d'endémisme assez remarquable (12.6% soit 653 espèces sur les 3139 répertoriées). On dénombre 07 espèces arborées à caractère endémique, dont 02 endémiques exclusives à l'Algérie : Abies numidicaaubabors et Cupressus duprezianaau Tassili N'Ajjers. Par ailleurs, l'endémisme spécifique au Sahara est particulièrement élevé ; avec 162 espèces endémiques ce qui représente 25% de la flore saharienne (Ozenda, 1977).

I.4 -2-2 La diversité phytocénotique :

Diverses études phytosociologiques entreprises par Maire (1926) ; Zeraia (1981); Khelifi & al. (1994) ; Meddour (1994) ; Dahmani (1997) etc. ont permis la
description et la classification de quelques formations forestières et sub-forestières en Algérie. Il est à noter que les inventaires phytosociologiques s'étendent systématiquement aux groupements arbustifs et herbacés qui sont souvent des stades de dégradation des séries de végétations initiales. Seules quelques associations végétales typiques du paysage forestier ou pré forestier des massifs montagneux algériens en précisant leur appartenance aux unités phytosociologiques supérieures seront abordées.

• QuerceteaPubecentis

Classe bien connue en Europe, elle est bien représentée en Algérie par les :

*/Querco-cedretaliaatlanticae (Barbéro, Quezel ET Loisiel 1974 cet ordre réunit les chénaies caducifoliées et conifères des montagnes (Djurdjura, Aurès, Ouarsenis) dans les bioclimathumide et subhumide à variantes thermiques fraiche, froide, et très froide,.

Trois alliances sont reconnues :

- ✓ Paeonio-Cedrionatlanticae (BARBERO &al., 1981.

- ✓ lamionumididicae-Cedrionatlanticae (ABDESSMED, 1981)
- ✓ Lonicerokabylicae-Juniperionhemisphericae (BARBERO & QUEZEL, 1989)

• Quercetea-Ilicis

Quercetalia-Ilicis regroupant trois alliances :

- ✓ Balansaeoglaberrimae-Quercionrotundifoliae (BARBERO&al., 1981) Végétations forestières de l'étage méso méditerranéen méditerranéen supérieur humide et subhumide.
- ✓ Quercionsuberis
- ✓ Quercorotundifoliae-Oleionsylvestris (BARBÉRO &al., 1981) Communautés forestières où dominent diverses espèces du genre Quercus, richesses en arbustes et lianes, se développent à l' étage thermo méditerranéen subhumide humide.
- ✓ Pistacio-rhamnetaliaalaterni (RIVAS-MARTINEZ, 1974)
- ✓ Oleo-Ceratonion (RIVAS-MARTINEZ, 1974) .
- ✓ Asparago-Rhamnionoleoidis (BARBERO &al., 1981)
- ✓ Tetracliniarticulatae-Pistacionatlanticae (RIVAS-MARTINEZ &al.,1984)

• **Rosmarinetea -Officinalis**(RIVAS-MARTINEZ &al., 1991)

Végétations méditerranéennes essentiellement dominées par des arbustes et arbrisseaux sur terrains calcaires et marno-calcaires.

• Cisto-Lavanduletea

Végétation essentiellement méditerranéenne regroupant les landes à Cistus et les thérophytes de pelouses sur sols acides ou décalcifiés. C'est une classe favorisée par les incendies de forêt.

I.4 -3 Revenus de la forêt algérienne :

La forêt algérienne, est à l'origine de revenus assez conséquents qui proviennent de ventes de bois et surtout de liège, de la commercialisation de l'alfa et des autres produits ainsi que de diverses amodiations (vides labourables, tranchées pare feu cultivées, etc.). Les revenus tirés de la forêt au titre de l'année 1999 sont les suivants (tableau 3).

Tab. 3: Revenus tirés de la forêt en 1999

Exploitations	Revenus
Exploitation de bois	73 931 872 DA 11,5 %
Récolte de liège	431 783 147 DA 67,9 %
Récolte d'alfa	6 549 000 DA 1,0%
Exploitation de produits divers	19 800 278 DA 3,1 %
Amodiations	93 009 507 DA 14,5 %
contraventions	16 886 055 DA 2,6 %
total	641 959 860 DA

Source : FAO (1999)

I.4.4. Fonctions écologiques de la forêt :

Il est évident que les forêts recèlent une diversité biologique importante par la faune et la flore qu'elle abrite, ce qui lui confère un rôle de conservation important (MONTGOLFIER, 1985), Par ailleurs, la forêt est une composante des équilibres écologiques, elle intervient pour réguler les fluctuations de nombreux facteurs de l'environnement global et pour le protéger contre les agressions déstabilisantes (FAO, 2000).

- sur le plan climatique, la forêt atténue l'évapotranspiration, modère la vitesse desvents et favorise les précipitations :
- elle intervient sur la qualité de l'air, en épurant ce dernier par la fixation de polluants recyclage) et en le purifiant par diffusion d 'essences et composés volatils ;
- régulation du débit d'eau d'une part à travers la réduction du ruissellement et l'augmentation du temps de concentration des bassins versants et d'autre part enfavorisant l'infiltration des précipitations excédentaire.
- sur le plan édaphique, la forêt permet le maintien des sols, Elle assure une protection physique et une stabilisation en diminuant le risque d'érosion des crues torrentielles et les chutes de pierres. En interceptant les pluies, la particulière aérienne des arbres brise laforce vive de cette eau en retient une partie qu'elle relâche progressivement, l'impact de la goutte

atténuée est que le tassement du sol sera réduit et l'infiltration sera réalisée de façon aisée (ABDELGHAFOUR, 1974).

I.5. Notion de Pyrophyte :

Les plantes pyrophytes ou pyrophiles constituant un pool d'espèces très compétitives contribuant par leur pouvoir de colonisation et d'occupation à uniformiser et banaliser les formations végétales et à réduire ainsi la diversité floristique (Barbero et al., 1988).

- La végétation méditerranéenne est dominée par des plantes pyrophytes qui se sont adaptées aux incendies au fil du temps. Naveh (1975) in Megrerouche (2006) complète en affirmant que la forte résilience des écosystèmes méditerranéens provient de l'influence du feu depuis la Préhistoire qui a permis aux plantes de développer un certain nombre de mécanismes de survie ou de régénération. Le feu agit en thèmes de pression de sélection sur les stratégies adaptatives des plantes en modifiant les traits morphologiques et physiologiques :

- leur conférant des capacités de résistance à la chaleur (écorce épaisse lignifiée ou en liège), de survie avec le développement d'organes de stockage dans le sol ;
- en augmentant la dynamique végétale, en stimulant la floraison, le rejet de souche, la tolérance à la sécheresse, les taux de croissance ;
- en permettant la germination de certaines graines libérées dans un environnement favorable (e.x. sérotinies stimulées par la chaleur ou la fumée).

La forêt méditerranéenne est riche en espèces pyrophytiques qui sont les plantes dont la propagation, la multiplication ou la reproduction sont stimulées par le feu (Lopez et al ,1996), selon Trabaud (1976)" Une vraie pyrophyte devrait être à la fois une plante qui résiste au feu et qui est préféré par le feu".

I.5.1. Les différents types de pyrophytes : Il existe plusieurs types de pyrophytes :

I.5.2.1. Pyrophytes sensibles :Ce sont les espèces qui sont éliminées par le passage du feu.

I.5.2.2. Pyrophytes à résistances passives :

Ce sont les plantes qui résistent au feu, elles ont la réputation exagérée d'être incombustibles, ces espèces à combustion difficile jouent un rôle dans la dégradation des peuples primitifs,

lorsqu'ils font partie de leur composition floristique ; ils finissent par devenir dominants parce que les autres régressent, donnent des forêts claires, d'un type spécial, souvent à une seule dominante, parfois plusieurs co-dominantes, c'est le cas par exemple des forêts de pin noir et de chêne liège grâce à son écorce épaisse ou du Chêne zeen grâce à la dureté de bois.

I.5.2.3. Pyrophytes à résistances actives : résistant au feu grâce à leur aptitude à bourgeonner après destruction partielle ou totale de leurs organes aériens. Pour les uns c'est la croissance végétative qui est stimulée par le feu, c'est le cas du Genévrier, de l'Arbousier, de la Filaire et du Chêne kermès, pour les autres, c'est la propagation des graines qui est stimulée par l'incendie, cas du Pin d'Alep.

I-6- Le système d'information géographique (SIG) :

Les systèmes d'informations géographiques (SIG) sont, historiquement, nés du croisement de la cartographie assistée par ordinateur et des systèmes de gestion de base de données (SGBD) (SITAYEB, 2006).

Appelé GIS (**Geographic information system**) dans le monde anglophone, ils sont, depuis 1988, définis aux Etats-Unis comme des « systèmes informatiques de matériels, de logiciels et de processus conçus pour permettre la collecte, la gestion, la manipulation, l'analyse, la modélisation et l'affichage de données à référence spatiale afin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement et de gestion ». Les S.I.G sont des « ensembles de données repérées dans l'espace et structurées de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision » (SITAYEB, 2006)

CHAPITRE II

II -1-Historique des feux de forêts en Algérie

L'analyse des statistiques des feux de forêts en Algérie permettra de retracer leur historique, fait inédit en région méditerranéenne, sur une très longue période continue de 130 ans (1876-2005) Tableau 2. En effet, l'Algérie est l'un des rares pays possédant des statistiques sur les feux de forêts sur une période de plus d'un siècle ! Les principales sources de données utilisées sont celles de MARC (1916), BOUDY (1948), GRIM (1989) et DGF (2007) ; leur compilation permettra de reconstituer une série chronologique comportant diverses étapes historiques des feux de forêt en Algérie.

Nous allons tenter dans les lignes qui suivent d'analyser l'évolution temporelle des feux de forêts, à l'échelle décennale et annuelle, afin de déceler les tendances générales de cette évolution et en particulier de mettre en évidence s'il y a ou non aggravation des feux de forêts, notamment lors des deux dernières décennies.

Sur le plan méthodologique, le phénomène « incendie de forêts » est généralement caractérisé par trois paramètres, à savoir : la surface brûlée et le nombre de feux, exprimés par une moyenne annuelle ou une somme pour une période donnée, auxquels on adjoint Souvent la surface unitaire par feu (ou feu moyen), qui est le rapport des deux premiers et UN indicateur de la gravité relative des indices.

*Absence de données pour 1950 et 1962, les moyennes sont donc calculées sur 9 ans pour les décennies correspondantes.

II -2- LES INCENDIES :

L’incendie de forêt existe depuis longtemps. Pausas et Keeley (2009) affirment même que le Feu est apparu en même temps que les plantes terrestres, avant l'arrivée de l'homme sur terre, qu'il a joué un rôle important à travers l'histoire de la vie, ainsi que pendant des millions D'années, le feu a été un facteur majeur qui configurait la composition, la structure et le Fonctionnement des écosystèmes méditerranéens (Meddour-Sahar, 2014).

Les forêts sont régulièrement attaquées par le feu, souvent avec des conséquences sociales, environnementales et économiques désastreuses, chaque année plusieurs millions d'hectares se brulant à l'échelle planétaire « Dans le bassin méditerranéen 600 000 à 800 000 hectares par an sont annuellement la proie des flammes, notamment dans les pays de la rive nord de la Méditerranée (WWF-UICN., 2007), Le feu est en effet une menace non seulement pour les

vies humaines et les biens, mais aussi pour des prestations d'importances vitales assurées par l'écosystème, telles que le maintien du sol, la conservation des ressources biologiques et la capacité de régulation du climat par les écosystèmes à travers la modification du cycle global du carbone, entre autres.

Les incendies forestiers constituent l'une des perturbations majeures affectant la dynamique forestière. Au niveau des paysages, ces incendies sont responsables, de concert avec les caractéristiques physiques du territoire, de l'existence des mosaïques forestières, composés de peuplements d'âge et de composition variés (Gauthier., 2001).

II -2-1- Définition des incendies :

Les incendies ou feux de végétation sont des sinistres qui se déclarent dans une formation végétale, qui peut être de type forestier (forêts de feuillus, de conifères ou mixtes), sub-forestier (maquis, garrigues ou landes) ou encore de type herbacé (prairies, pelouse), actuellement, les incendies de forêt sont classés parmi les catastrophes naturelles, par certaines sources faisant autorité. Par exemple, l'Union européenne, dans le sixième programme-cadre (2002-2006), cite généralement les incendies comme catastrophes naturelles (Meddour-Sahar, 2014).

On parle d'incendie de forêt lorsque le feu concerne une superficie minimale d'un hectare d'un seul Tenant qu'une partie au moins des étages arbustifs et ou arbores est détruite (Megrerouche, 2006).

Un incendie est un phénomène qui échappe au contrôle de l'homme, tant en durée qu'en étendue, il nait de la rencontre d'une source de chaleur dont la température dépasse 600°C et d'une végétation inflammable. Une fois le feu allumé, un front de flamme se forme, qui se déplace d'autant plus vite que la végétation est desséchée. Ce front forme un rideau plus haut que les arbres, qui balaye la forêt en passant devant lui une "Vague de chaleur", c'est-à-dire un mélange de gaz et d'air brulant.

Feu et incendie ne sont pas synonymes : le premier mot s'applique, par exemple, lorsqu'on parle de combustion sous le contrôle des opérateurs (feu de chaume, feu dirigé, etc.), le deuxième lorsque le contrôle est absent ou bien le feu non DESIRE à échapper au contrôle (Trubaud, 1989).

De nos jours, utilisez davantage l'expression « feux d'espaces naturels », à la place de feux de forêt sensu lato, et les anglophones parlent de « wildland fire ».

La naissance d'un feu est conditionnée par la présence de 3 éléments indispensables : un comburant, un combustible et une source d'allumage. Le feu est la conséquence d'interactions complexes entre différents déterminants. Pyne (1994) décrit ainsi le feu comme "dépendant du produit de facteurs dynamiques ET statiques qui influencent les probabilités d'occurrence et de développement des feux".

II-3- Pyrologie Forestière

La pyrologie forestière constitue une science dont l'objet principal est l'étude des forêts et de leurs propriétés. Elle explique, le phénomène de la combustion, les caractéristiques propres aux incendies de forêts et étudie les facteurs qui influencent ; origine et leur développement (DAHMANI ,2018).

L'incendie est une réaction de combustion non maitrisée dans le temps l'espace, On parle d'un incendie de forêt lorsqu'un feu concerne une surface minimale hectare, d'un seul tenant et qu'une partie au moins des étages arbustifs et lou (partic haute) est Détruite Pour qu'il y ait inflammation et combustion, trois facteurs étant réunis , chacun en proportions convenables : combustible, n'importe quel matériau pouvant brûler , une source externe de chaleur étincelle et de l'oxygène, nécessaire pour alimenter le feu.(BOUSMAL ,2018).

***Définition de feux de forêts :**

Les feux de forêt ou incendies se déclarent dans une formation végétale, généralement de type forestier (forêts de feuillus ou/et de conifères) ou sub-forestière (garrigues, maquis...). Ce terme désigne globalement les feux de forêt, de maquis ou de garrigues ayant brûlé au moins 1 ha de massif. (Berrichi, 2013). Les feux de forêts sont assimilés à des phénomènes naturels bien que, dans la plupart des cas, leur déclenchement et leur arrêt soient dus à l'action de l'homme. (Jappiot et al, 2002).

II-4- Inflammabilité :

Plusieurs définitions ont été améliorées l'inflammabilité. Ces définitions ne recouvrent pas toujours les mêmes concepts. ANDERSON (1965) a définit l'**inflammabilité** d'un combustible comme l'ensemble de trois phénomènes :

- L'ignition correspond au délai d'inflammation.
- La rémanence est un concept proche de celui de la persistance de la flamme.
- La combustibilité correspond à la rapidité avec laquelle brûle un feu.

METRO (1975) dans sa terminologie forestière multilingue définit l'inflammabilité comme la facilité et la rapidité avec laquelle des combustibles s'enflamment et brûlent indépendamment de leur qualité.

Pour DELABRAZE et VALETTE (1974) 1'inflammabilité est lu facilité avec laquelle un végétal s'enflamme après une exposition à un rayonnement calorifique constant.

TRABAUD (1976) considère l'inflammabilité comme la propriété à s'enflammer possède un végétal, dés qu'une source de chaleur entre en contact avec lui.

L'inflammabilité est mesurée de façon conventionnelle par un épi-radiateur. Le principe de repos sur le fait de calculer le mesuré en seconde, qui s'écoule entre le dépôt du matériel végétal à la surface de l'épi-radiateur et l'apparition des premières flammes. L'inflammabilité d'une formation végétale est celle de l'espèce la plus inflammable : si elle est représentée en proportion suffisante.

Des essais effectués par l'institut national de recherche agronomique (I.N.R.A) de France ont fourni les résultats escomptés dans le tableau suivant :

Tab. 4 : degrés d'inflammabilité par espèce

Degrés d'inflammabilité	**espèce**
forte	Bruyère à balais Bruyère arborescente Callune Chêne liège Ajonc épineux Cheney vert Pin d'Alep Spartier Thym Brachypode rameaux
Assez fort	Pin maritime Chêne blanc

	Buis Buplèvre ligneux Genévrier de Phénicie
modérée	Ciste de Montpellier Chêne triflore Chêne kermès Genévrier oxycédre Romarin Viorne-tin
faible	Arbousier Cèdre Faible Sapin de Céphalonie

(I.N.R.A in CEMAGREF 1989)

II -5- La combustibilité :

Comme pour la notion d'inflammabilité, la combustibilité avait elle-même plusieurs définitions.

DELABRAZE et VALETTE (1974) produisent la combustibilité, comme étant la plus ou moins grande facilité avec laquelle un végétal brûlé en dégageant une énergie suffisante pour se consumer et entraîne l'inflammation des végétaux voisins.

TRABAUD (1976) considère la combustibilité comme la manière dont brulent les végétaux une fois qu'ils sont enflammés.

La combustibilité caractérisée la puissance du feu qu'une formation végétale donnée veut alimentée. Elle de la structure et des espèces dominantes de cette formation, ainsi que de la saison.

Lors du passage d'un front de feu, seuls brulants les feuilles, rameaux fins ct un partie de la litière. Or, les feuilles et rameaux représentent une biomasse combustible qui peut aller jusqu'à 350g/m pour un taillis de chêne vert et jusqu'à 1000g/m2 pour une futaie de Pin très dense. En outre, on estime de 100 à 500g/m le poids de la litière combustible (ALEXANDRIAN, 1982).

La combustion est utilisée pour évaluer le risque d'incendie. A ce propos le CEMAGREF a mit au point une méthode simplifiée pour le calcul du risque d'incendie à partir de la combustibilité. Cette méthode a été appliquée dans les Alpes-Maritimes.

II -6- Mécanisme de FEU

L'incendie de forêt est une combustion qui se développe sans contrôle, dans le temps et dans l'espace (Trabaud, 1989). La réaction chimique de combustion ne peut se produire que si l'on réunit trois éléments : un combustible, un comburant et une énergie d'activation en quantité

suffisante. On représente de façon symbolique cette association par le triangle du feu (Meddour, 2014) .

Le triangle du feu :

L'incendie de forêt est « une combustion qui se développe sans contrôle, dans le temps et dans l'espace » (Trabaud, 1989). La réaction chimique de combustion ne peut se produire que si l'on réunit trois éléments : un combustible, un comburant et une énergie d'activation en quantité suffisante. De la même manière, la combustion cesse dès qu'un élément du triangle est enlevé. On représente de façon symbolique cette association par le triangle feu. Le triangle du feu est une représentation didactique très commune, que l'on peut dater de la période 1942-1945. Son utilisation dans la forme que l'on voit fréquemment est Barrow (1951) .

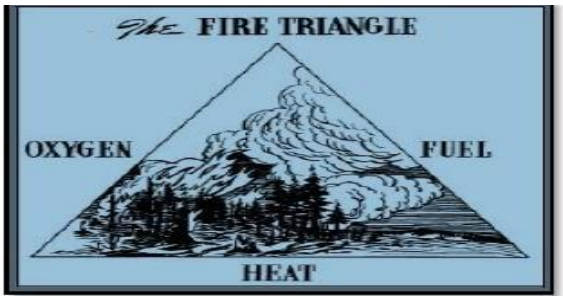


Fig. 03 : Le triangle du feu(Barrows ,1951).

II-6.1-Le combustible :

Toute substance susceptible de brûler, c'est-à-dire pouvant être partiellement ou totalement détruite par le feu, est considérée comme combustible. Les solides et les liquides ne brulent pas en tant que tels. Ce sont les gaz et les vapeurs qu'ils émettent qui brûlent.

L'aptitude d'un combustible à s'enflammer et à entrer en combustion dépend de la teneur en eau, de la température du combustible mais aussi de son type et de sa densité (Carbonnell et al., 2004 ; Ammari, 2011).

II -6.2- Le comburant :

Un comburant est le corps qui provoque et entretient la combustion combustible. Le souvent, le comburant est constitué par l'oxygène présent dans l'air ambiant, la réaction de combustion alors une oxydation (Carbonnell et al., 2004).

II -6.3- La chaleur :

C'est la quantité d'énergie requise pour porter la température du combustible à son point d'inflammation, Cette température est appelée « point d'inflammation », elle est située entre 400 et 425 °C (Rebai, 1983). Avec les combustibles forestiers, un apport extérieur de chaleur n'est nécessaire que pour amorcer le phénomène de combustion, une fois les matériaux en inflammation, on observe un grand dégagement de chaleur et une forte température qui peut atteindre jusqu'à 1250°C, température enregistré à un mètre du sol (Trabaud, 1979).

II-7- La pyrolyse :

C'est la décomposition chimique de la matière en et sous l'effet de la chaleur seule. Ce phénomène se produit rarement au cours d'un incendie de forêt, mais la gazéification s'apparente à la pyrolyse.

En vase clos, l'échauffement progressif du bois s'entraîne selon DELAVEAUD, 1981 :

- Au dessous de 100 °C une vaporisation de l'eau ; tant que toute l'eau n'est pas vaporisée, la température interne du bois reste voisine de ce seuil .C'est une période fortement endothermique ;

- De 100 à 275 °C, un dégagement de gaz (70 % de CO2 incombustible et 30% de CO combustible) et d'acides pyroligneux (distillat contenant des fractions acides et alcooliques). C'est une période endothermique ;

-Vers 275 C, un dégagement abondant de gazeux riches en CO et l'apparition d'hydrocarbures combustibles. C'est une phase exothermique,

-Au dessus de 350 °C, un ralentissement des dégagements gazeux, en majorité combustibles ; une diminution de la proportion de CO2. Lcs hydrocarbures dominant ; l'apparition de l'hydrogène .C'est une phase exothermique;

-Au dessus de 450 °C, l'hydrogènc ct les hydrocarbures constituant la majeure partie des gaz dégagés. Du charbon de bois, susceptible lui même de brûler, se forme au fond de vase.

II -8- La flamme :

La flamme se caractérise par quatre propriétés particulières :

- Toujours associée à une oxydation.

-Accompagne une réaction fortement exothermique entre des gaz.

-Sa température est très élevée.

- Emet de la lumière. La contient les réactifs et les produits de l'oxydation et se trouve à l'intérieur de l'enveloppe la plus externe qui émet de la lumière. Un combustible solide brûle avec des flammes de "diffusion", l'oxygène de l'air doit diffuser dans la flamme pour qu'ait lieu l'oxydation, souvent très incomplètc. Les particules de carbone formées sont portées à l'incandescence et rendent la flamme brillante et éclairante.

II-9- Conditions d'inflammation :

A l'air libre, 1'accumulation de gaz combustibles et la présence d'un point chaud sont indispensables pour que la flamme apparaisse. Le point chaud est une température supérieure à celle du milieu ambiant ; il peut être une étincelle, une flamme ou une particule de combustible incandescente, cette dernière provoque ce qu'on appelle l'auto-inflammation. Quelle que soit la nature du point chaud, l'inflammation ne se produit qu'au-delà d'un seuil -la température d'inflammation- dont la valeur varie avec les combustibles. En raison de l'hétérogénéité du combustible forestier, ce seuil ne peut être qu'estimé.

En présence d'une flamme, l'inflammation a lieu entre 275°C et 360°C (DELAVEAUD, 1981) ; de nombreux auteurs retiennent 300°C. L'auto-inflammation ne survient qu'à des températures sensiblement plus élevées, entre 500° C et 550°C.

II-10- Modes de propagation de la combustion :

Il est important de connaître les moyens par lesquels se propagent la combustion, car ils expliquent dans une large mesure le développement des incendies forestiers. En général, la combustion peut se propager de deux différentes : par transmission de chaleur ou bien par déplacement des substances en combustion.

II-10.1- La propagation par transmission de chaleur :

La chaleur se propage par trois processus distincts : la conduction, la convection et le rayonnement (Carbonnell et al., 2004) .

II - 10.1.1- Transmission par conduction :

La conduction est issue de l'agitation moléculaire, qui est liée à la constitution et à la température du milieu, se produit seulement dans un support matériel qu'il soit solide, liquide ou gazeux. La chaleur se diffuse du corps chaud vers le corps froid.

En pratique , la conduction est négligeable au cours de la propagation des incendies de végétation , puisqu'elle ne représente environ que 5% des transferts de chaleur , à l'exception des feux de sol ou tourbières, pour lesquels elle est le processus de chaleur prépondérant (colin et al.,2001).

II.10.1.2 transmission par rayonnement thermique :

Le rayonnement est un mode de transfert de l'énergie sous forme d'ondes électromagnétisme, se propagent avec ou sans support matériel. Tout corps dont la température absolue est supérieur à 0°k, émet un rayonnement électromagnétique dont la fréquence est fonction de cette température. La quantité d'énergie transférée d'un corps à un autre par rayonnement augmente avec l'accroissement de la différence de température entre ces deux corps (colin et al., 2001).

II - 10.1.3- Transmission par convection :

La convection est un transfert de chaleur par mouvements macroscopiques d'un fluide (le gaz dans le cas d'un feu) dont la masse transporte la chaleur qu'elle contient.

Dans les feux de végétation, la combustion produit des gaz chauds qui se mélangent à l'air ambiant chauffé également. Ces gaz chauds sont plus légers et montent rapidement. Ils fournissent une grande quantité de chaleur aux combustibles situés au-dessus (houppier), les déséchent et élèvent leur température jusqu'au point d'inflammation.

La convection est le processus de transfert de chaleur prépondérant dans la propagation des incendies de forêt. Liée aux mouvements d'air chaud, dont l'importance augmente avec le vent et la pente, ces mouvements peuvent, en outre, contribuer au transport de particules incandescentes en avant du front de flammes. Ce processus est à l'origine de déclenchement de foyers secondaires (Khalid, 2008 ; Ammari, 2011).

II -10.2- La propagation par déplacement des substances en combustion :

Le déplacement des matériaux en combustion peut s'effectuer de différentes manières selon la nature du matériel ou de la substance .

II -10.2.1- Par les gaz :

Dans un feu où la combustion est souvent incomplète, il subsiste des nappes de gaz non brûlées. La combustion de ces nappes peut se poursuivre sur une distance notable avec parfois une rupture de flammes, puis se ré inflammation à une distance variable par un nouvel appel d'air (Arfa, 2003).

II-10.2.2 - Par les liquides :

C'est le transfert le plus direct est de plus en plus limité, les cuvettes de rétention permettent d'éviter ce problème (Arfa, 2003).

II - 10.2.3- Par les solides :

La propagation se fait par brandons (fragments de solides en allumage pouvant franchir des distances importantes) et par escarbelles (petites particules incandescentes qui se déplacent sur quelques mètres) (Arfa. 2003)

II - 11- Facteurs influençant la propagation des incendies de forêts :

Le comportement ou la propagation d'un incendie est régi par un certain nombre de facteurs dont les influences s'opposent ou s'additionnent. Parmi ces facteurs à noter : les combustibles, les éléments atmosphériques et la topographie.

II - 11.1- Les combustibles :

Les combustibles interviennent dans la propagation des incendies par leur nature, leur grosseur, leur disposition, leur quantité, leur distribution, mais surtout par leur composition chimique ainsi qu'en leur teneur en humidité.

II - 11.1.1- Teneur en eau :

La présence d'humidité exerce une influence considérable sur l'inflammation et ensuite le développement des feux (Trabaud, 1989). Chauffée jusqu'au point d'ébullition, l'eau est

vaporisée avant que les combustibles atteignent leur température d'inflammation. Cette eau augmente la quantité de chaleur nécessaire à la pyrolyse et à l'inflammation et réduit la vitesse de la combustion. Si la teneur en eau des végétaux est faible, ils s'enflamment à des températures relativement basses. La température d'inflammation varie entre 260 °C et 450 °C (Jappiot et al, 2002). Alors qu'une humidité trop importante empêche la propagation du feu. Des études ont démontré que l'inflammation ne peut avoir lieu que si la teneur en eau est inférieure à 7 % (Margerit, 1998).

II - 11.1.2- Composition chimique :

L'inflammabilité des espèces végétales varie selon leur teneur en essences volatiles où en résine . La présence de cire et de résine pour certaines espèces ralentirait leur vitesse de desséchement et donc leur inflammation. Ainsi, plus un végétal est riche en minéraux, moins son pouvoir calorifique théorique est élevé, moins il est combustible (Colin et al., 2001).

II - 11.2- Les facteurs atmosphériques :

II - 11.2.1- Les précipitations :

Présentant un rôle prédominant dans la teneur en eau des végétaux , leur effet varie de façon significative en fonction de leur durée , de types leur période des, aquit de combustible sible Seulement une petite quantité d'eau suffit pour ralentir l'inflammabilité des graminées. Il peut être rendu caduc par 2 ou 3 heures d'ensoleillement . En revanche, il faut de fortes pluies pour réduire l'inflammabilité de combustibles plus importants tels que les grosses branches tombées à terre. L'effet bénéfique de fortes précipitations hivernales peut ainsi être annulé pour un printemps et un été longs et secs (Khalid, 2008).

II - 11.2.2- L'humidité relative :

Les modifications que connaissent la teneur en humidité relative, émettent des effets importants sur les matériaux combustibles. Si le contenu de l'air en humidité est élevé, les combustibles s'humidifient et deviennent difficilement inflammables. Par contre, si l'air est sec, le taux d'évaporation de l'humidité des combustibles sera plus élevé ce qui augmentera l'inflammabilité de la forêt.

L'état hydrique des formations végétales qui constituent le couvert végétal, en relation avec le niveau des réserves en eau des sols, est évidemment le premier facteur de risque pour les incendies de forêts sous l'angle des faits d'influence, 1990) .

D'après Margerit (1998), l'humidité relative influe sur l'inflammabilité des combustibles Comme le présente le tableau suivant :

Tab. 05 : L'humidité relative influe sur l'inflammabilité.

Humidité relative	inflammabilité
>70	Peu de risque
46-70	Risque faible
26-45	Risque fort
<25	Risque élevé

Source (margerit,1998).

II - 11.2.3 - Le vent :

Le vent est sûrement le facteur atmosphérique le plus affectant d'un incendie de forêt . Ses effets sont très variés selon trois facteurs : la vitesse, la circulation et l'orientation. Si la circulation est continue, l'évaporation de l'humidité des combustibles est accélérée et ceci augmente les risques de prendre le feu. De plus , le vent alimente le feu en oxygène puisque ce dernier est un élément indispensable à la combustion . L'air se renouvelle en même temps que se produit la combustion mais de façon plus ou moins rapide. Le vent transporte même à distance des étincelles et des corps enflammés, accélérant ainsi la propagation de l'incendie (sauts de feu). Si la vitesse du vent est accélérée, la vitesse de propagation du feu est accélérée à son tour. Si le vent souffle fort , la colonne de convection peut être déviée et agit sur les combustibles placés en avant du feu en les déchantant et les chauffant . Par son orientation, le vent peut être à l'origine de la direction générale du feu (Frédéric, 1992).

II - 11.2.4 - La température :

La température de l'air varie tout au long de la journée en fonction de l'intensité de l'insolation . Elle exerce un effet soit indirect en dominant l'humidité relative à l'atmosphère et par conséquent en dominante celle des combustibles, soit direct par le réchauffement ou le refroidissement des matériaux. Autrement , plus la température ambiante est élevée , plus la

température du combustible végétal mort ou vivant l'est , et moins la chaleur nécessaire à son inflammation est importante (Trabaud, 1989).

II - 11.3- Les facteurs topographiques:

La topographie joue elle aussi un rôle de premier plan dans le comportement des feux de forêts en influençant la morphologie et la vitesse de propagation des incendies. En général, l'influence de la topographie varie suivant l'inclinaison des pentes, leur exposition et aussi selon l'élévation du terrain. Contrairement aux agents atmosphériques, la topographie est un facteur constant dont il est possible de déterminer et surtout de prévoir l'influence (fig02).

II - 11.3.1 - L'inclinaison de la pente :

L'inclinaison des pentes agit sur la colonne de convection . Plus la pente est abrupte , plus la colonne de convection est proche des combustibles situés en amont du feu . Ceux-ci se dessèchent alors plus facilement et prennent feu rapidement sous l'action de la chaleur émise par convection et par rayonnement. Le feu donc se propage plus vite et brûle avec plus de violence vers le haut des pentes abruptes que sur les terrains plats. Aussi, quand la pente est très escarpée, les particules incandescentes peuvent basculer vers le bas et entraîner de nouveaux incendies. Dans le cas des feux descendants, la position des flammes par rapport au support est comparable à celle qu'elle occupe lorsque le vent freine la progression du feu (frederic,1992).

II-11.3.2-Exposition des pentes :

L'exposition des matériaux combustibles aux vents et au soleil accélère grandement leur vitesse de dessèchement . On a consstaté que le feu prend naissance et se propage plus vite sur les expositions sud-ouest qu'il ne le fait sur les terrains exposés au nord ou à l'est. Notons aussi que l'intensité du rayonnement solaire dépend pour sa part de l'angle d'horaire du soleil, de sa déclinaison, de la latitude, de l'inclinaison de la pente, de la nébulosité et de la densité du couvert des ar de la forêt. Donc, la durée de l'insolation joue aussi un rôle important dans la propagation des feux de forêts au cours de la journée (M.T.F., 1973).

II - 11.3.3- Élévation du terrain :

L'élévation du terrain influence sur la composition de la végétation, sa teneur en humidité et son exposition aux vents. Plus le terrain est élevé, plus les combustibles sont

exposés au soleil et aux vents intenses, donc plus ils sont secs et les feux brûlent alors plus rapidement**.**

II -12- Les différents types de feux :

Il peut être distingué différents types de feux (Poilécot, 1991 in Dupuy, 1998) : Les feux dits naturels sont principalement déclenchés par la foudre. L'écobuage, les travaux agricoles, les dépôts d'ordures, les moteurs d'engins forestiers, l'imprudence des touristes, l'insouciance des fumeurs sont autant de causes accidentelles d'éclosion des incendies.

II -12-1- Les feux d'humus :

Ces feux pénètrent la couche humifère en la consommant lentement. Ils se développent de préférence dans les milieux relativement humides quand le feu de surface a du mal à Progresser Lorsque la xéricité du milieu augmente, il se transforme brutalement en feux de surface



Fig. 04 : Les feux d'humus .

II -12-2- Les feux de surface :

Ils intéressent la strate herbacée et buissonnante. Ces feux sont très fréquents dans les formations forestières très ouvertes en début de saison sèche. Les arbres sont le plus souvent touchés peu AFFECTES par ce type de feux.



Fig. 05 : Les feux de surface

II -12-3- Les feux de cime :

Dans les formations ou les ligneux sont plus denses, les cimes des arbres jointives peuvent permettent la progression du feu d'un individu à l'autre. Ces feux sont caractéristiques de milieux secs et sont fréquemment observés en fin de saison sèche même dans les formations forestières relativement ouvertes .



Fig. 06 : Les feux de cime

II - 13- Formes et parties d'un feu de forêt :

Il est important de connaître les formes et les parties d'un feu de forêt. Ceci permettra d'étudier et de bien déterminer les moyens de lutte contre les incendies de forêts.

II - 13.1 - Formes des feux de forêts :

La forme d'un feu de forêt varie en fonction de la direction et de l'intensité du vent , de la topographie et de la nature des combustibles . Sur un terrain plat , par temps calme et dans un peuplement homogène , le feu prend une forme circulaire et progresse dans toutes les directions . Dans les mêmes conditions de terrain et de végétation mais subissant l'action du vent, le feu prend la forme d'une ellipse allongée mais progresse dans la direction contraire d'où souffle le vent. Le feu prend une forme irrégulière en montagne et dans les pentes (Ammari, 2011).

II - 13.2 - Différentes parties d'un feu de forêt :

Selon **Ammari** (2011) les parties d'un feu de forêt sont les suivantes :

- **Bordure d'un feu :** elle désigne la ligne normalement irrégulière et jusqu'ofeubr le à un instant donné.

- **Périmètre d'un feu :** il identifie la longueur de la bordure du feu.

-**Foyer** : masse de matière en complète allumage où se propage l'incendie.

- **Fumée :** située sur la bordure du feu ou à l'intérieur de celle-ci. Ce terme est utilisé pour désigner tout foyer qui n'a pas été éteint et qui produit de la fumée.

- **Tête :** partie de la bordure d'un incendie où la vitesse de propagation est la plus grande. La tête ou le devant est toujours situé du côté opposé à la direction d'où souffle le vent .

- **Arrière :** partie de la bordure d'un incendie qui est exposée au côté où la propagation du feu est la plus rapide. Le feu s'y développe lentement et avec plus d'intensité.

- **Flanes :** particules de la bordure d'un incendie situées entre la tête et l'arrière incendie. On les appelle aussi côtés de l'incendie . On regarde vers la tête de l'incendie, on peut distinguer le flanc gauche et le flanc droit.

-**Doigts** parties de la bordure de l'incendie qui se développent en langues de feu longues et étroites, s'avançant en saillie du corps principal.

- **Baies :** parties de la bordure d'un incendie qui se développe plus lentement à cause de la présence de combustibles ou de pentes décrites .

-**Feu disséminé** : feu allumé à l'extrémité de la bordure du foyer principal d'un incendie par des étincelles ou tisons transportées par le vent ou les courants d'air.

II - 14 - Les facteurs de prédispositions :

II - 14.1 - Le type de végétation et le climat :

La probabilité qu'un feu parte et se propage dans un peuplement forestier n'est jamais nulle. Cependant, les caractéristiques de la végétation et du climat peuvent créer des conditions favorables au développement des incendies.

L'intensité, la fréquence et l'importance de l'incendie sont en rapport avec le milieu physique sécurisé les déterminants été vital , la structure et la composition de la végétation . La naissance et la propagation des incendies dépendent de la présence et de la réunion des différentes conditions naturelles et des causes d'origine souvent humaines.

Ces conditions de prédispositions ne sont pas constantes dans le temps. Elles évoluent, par exemple, en fonction de l'état de la végétation qui est le résultat à la fois de sa dynamique naturelle, de la sylviculture qui est appliquée et des passages éventuels du feu (JAPPIO. Et al. 2002).

II - 14.2 - L'occupation du territoire :

De nombreux facteurs humains contribuent dans une certaine mesure au développement des incendies de forêt . C'est le fait des activités humaines : loisirs, production, certaines infrastructures de transport (routes, voies ferrées) qui peuvent être à l'origine de l'éclosion et de la propagation des feux. De même l'évolution de l'occupation du sol influe notamment sur le risque d'incendie de forêt en raison du développement de l'interface forêt-habitat et de l'absence de zone tampon que constituant les espaces cultivés. Cet état est lié d'une part à l'abandon des espaces ruraux qui a pour conséquence la constitution de massifs entiers sans coupures pour les incendies et d'autre part à l'extension des villes et villages jusqu'aux abords des zones boisées.

II - 15 - Facteurs influençant la régénération végétale post-incendie :

D'après les recherches de ces dernières décennies , le feu n'apparaît plus comme un phénomène totalement négatif, persyant des mais les comparé comme ècе une Dans la plupart des études portant sur l'action du feu sur la végétation, les caractères de survie utilisés par les végétaux sont retenus en liaison avec l'apparition d'un seul incendie, bien queue lament la treauxie indivise. Les effets du feu, doivent donc être évalués en termes de régime des incendies : type, intensité et fréquence (Trabaud, 1991 ; Paussas et al., 2008 ; Keeley, 2009).

I-15.1- Fréquence du feu :

Les espèces tuées par le feu, et se reproduisant par germination de la graine dépendante de la fréquence des feux pour persister dans les communautés incendiées. En effet, pour ces espèces, l'espacement entre les feux successifs doit être suffisant pour permettre aux individus de produire des graines et d'alimenter la banque de semences du sol. Ce pas de temps varie selon les espèces : la première année pour les herbacées annuelles , la deuxième et la troisième année pour les espèces dubacistus 1992; **(2005; Duguy et Vallejo, 2008)** et entre six à huit ans pour les espèces du genre Pinus**(Daskalakou et Thanos, 2004 ; Rigolot, 2004 ; Eugenio et al., 2006).** Si un autre feu survient avant que ces espèces aient atteint leur maturité

sexuelle, des changements dramatiques dans la composition et la physionomie de la végétation peuvent se produire **(Arianoutsou, 1999).** La répétition des incendies à des intervalles de temps très courts, peut entraîner une réduction de la germination des espèces ligneuses, en raison probablement, de la diminution de la banque de semences du sol et de frir ainsi plus des étés d'abélisportuni **(Duguy et Vallejo , 2008).**

II -15.2 - Intensité du feu :

L'intensité du feu est émise par la chaleur libérée lors de la combustion de la végétation. Elle est liée à plusieurs facteurs parmi lesquels la quantité, l'humidité et la distribution du combustible **(Keeley, 2009)**. Les feux de forêts peuvent réduire en cendre les communautés brûlées et la régénération dépendent alors de l'état de ses organes souterrains de survie après le passage de la flamme **(Arianoutsou, 1999)**. Les organes souterrains de survie (racines , rhizomes , bulbes . tubercules et graines) sont situés à différents niveaux de profondeur du sol . Dans le cas d'un feu de forte intensité, les effets du feu peuvent atteindre les couches profondes, par contre dans le cas de feux de faible intensité, les organes souterrains de la survie sont épargnimécens de separgnimés, la couche superficielle et la cicatrisation du milieu cst quasi immédiat **(Trabaud, 1989)**. Les incendies de faible intensité stimulent principalement la germination des graines à proximité de la surface du sol **(De Luis et al., 2008).** L'intensité élevée de l'incendie occasionne une mortalité importante des données réparties au niveau superficiel **(De Luis et al., 2008). Rivas et al. , (2006)** notent que les graines s'y soumettant à des températures extrêmes, elle peuvent être endommagées ou carrément détruites, compromettant insi leurs germinations et susceptibles la banque de graines. L'essentiel de la germination dans un tel cas est assuré par la banque de graines des couches profondes.

II - 15.3- Taille de l'incendie :

La superficie brûlée est aussi un facteur écologique important influençant la recolonisation par les espèces. Ainsi, de nombreux végétaux ne peuvent pas se régénérer par rejets et sont tributaires d'apport de diaspores par les différents modes de dissémination et plus particulièrement le vent (pour les graines anémochores) et les animaux (pour les graines zoochores) .Dans le cas de grands incendies , l'étendue de la superficie brûlée est importante , reléguant les portes graines à de à très longues distances, les apports et l'installation des espèces sont alors très réduits. La reconstitution des communautés peut accuser un retard, de

même le poids et les propriétés aérodynamiques des propagules jouent un rôle déterminant **(Trabaud, 1989).**

II - 16 - L'influence des facteurs anthropiques :

Les actions de l'homme ont un double impact sur la propagation des feux de forêt, d'une part en aggravant les risques mais également en les préoccupants. En conséquence, la présence de l'homme en forêt où à son contact risque de multiplier les départs de feu. En absence de politique urbaine, le mitage va entraîner une augmentation des interfaces habitat-forêt. Les feux seront par ailleurs plus difficiles à combattre.

Dans la période 1985-1987. le pourcentage total des incendies connus attribué à des causes humaines était de 97% en Eourope.91% au Etats-Unis et 66% au canada (GIANCARLO ?1991).

Dans la région méditerranéenne, un grand nombre de feu de sont le fait d'interventions humaines intentionnelles ou accidentelles (MOL et al,1997).

Contrairement aux autres risque naturels tels que les inondations ou les avalanches, l'homme a la possibilité d'intervenir directement sur l'évolution du phénomène. Il peut agir tout au long de son déroulement, soit en le stoppant, soit en réduisant localement ses effets. Par exemple, en évitant qu'ils ne viennent menacer des habitations placées dans son champ de propagation.

II.17.Causes des Incendies de Forêts En Algérie

Si l'on remonte dans le temps, on s'aperçoit que les incendies de forêts en Algérie sont essentiellement liés à des problèmes socio-économiques. En effet, dès 1900, LEFEBVRE constate que les besoins des riverains en terre et en pâturage les ont conduits à provoquer des incendies. A cela, vient s'ajouter l'imprudence des populations qui utilisent le feu pour différentes raisons domestiques ou pour la production du charbon. Ces pratiques étaient à l'origine de plusieurs incendies de forêts qui s'étaient accumulées avec l'arrivée de différentes colonisations, les populations autochtones se sont repliées vers les zones car montagneuses et boisées pour la plupart. Cependant, d'autres raisons comme le manque d'emploi en forêt et le conflit permanent entre l'administrateur forestier et l'administré sur l'exploitation des terres, ne sont certainement pas étrangères aux mises à feu périodiques. En gros, en plus des situations de conflits de natures diverses, les causes des incendies en Algé également de l'imprudence et

de l'insouciance et quelques fois le feu est mis en évidence sans explications précises. Ce qu'il est important de noter, c'est la progression du taux d'incendies d'origine inconnue.

malgré les difficultés d'identification des incendies volontaires, leur taux reste assez important, en considérant le nombre de feux méconnus, les chiffres restent loin de la réalité car n'inclut pas les incendies dits « sécuritaires ». Les incendies d'origine volontaire ou intentionnelle ont détruit, la majorait des superficies totales brûlées. Les incendies dus à la malveillance (volontaires) sont les plus Désastreux. Le pyromane attend le moment où les condit de chaleur et de vent sont réunies pour réaliser son plan macabre. (BELKID, 2016).

II-18 - Impact du feu sur l'environnement :

II-18.1 - Action sur les écosystèmes forestiers :

Elles sont très variables, selon l'intensité du feu et la richesse biologique présente. La région dévastée par le feu offre un spectacle affreux , un paysage noirci , quelques chicots d'arbres se dressent comme des squelettes . Aucune trace de vie animale n'est visible sauf aux fins où on peut voir le reste de quelques animaux brûlés, qui ont presque échappés au sinistre. Les incendies de forêt influencent de nombreuses façons la diversité biologique. A l'échelle mondiale, sa composante constitue une source importante d'émission de dioxyde de carbone contribuant au réchauffement de la planète, ce qui pourrait entraîner des changements dans la biodiversité.

Selon BROWN et LUGO (1982) à peu près de 50 % de la biomasse sèche de la végétation ligneuse est constituée de carbone. Au niveau régional et local , ils modifient le volume de la biomasse , altérant le cycle hydrologique avec des contenus sur les systèmes marins comme les récifs coralliens , et influencent le cycle de vie des végétaux et aux. La fumée dégagée par les forêts en flammes peut réduire de façon notable l'activité photosynthétique (DAVIES et UNAM, 1999).

DENNIS et al , (2001) ont signalé que l'une des pires conséquences écologiques du feu est la probabilité accrue que surviennent de nouveaux incendies dans les années suivants, à mesure que les arbres morts s'effondrent , permettent des trouées dans la forêt à travers rendant le soleil pénétrant et dessèche la végétation , et où les combustibles s'accumulent et les espèces vulnérable au feu, comme les graminées pyrophytes prolifèrent . Les feux répétés sont destructifs car ils représentent un facteur clé dans l'appauvrissement de la diversité

biologique des écosystèmes de forme ombrophile. Les incendies sont souvent suivis par la colonisation et l'infestation qui perturbent l'équilibre écologique.

II - 18.2 - Action sur le sol :

La destruction de la couverture végétale est égale à l'origine de l'augmentation des risques d'érosion et d'inondation due au ruissellement . D'après LE HOUEROU (1969) le taux d'érosion, toutes autres conditions étant égales, est 50 fois plus élevé sur terre nue que sous un couvert forestier bien développé. Le risque d'érosion est particulièrement élevé sur les sols siliceux (minéralisation rapide de la matière organique). Il dépend du régime des précipitations post incendies (JAPPIOT et al, 2002).

D'autres conséquences des incendies sur le sol ont été signalées à savoir, le changement de la structure de l'horizon humifère, la réduction de la capacité de rétention en eau, l'élévation du PH. L'augmentation du taux de calcaire par éclatement de la roche et la diminution de la capacité totale d'échange (AUBERT, 1991).

II-18.3-Action sur la pédofaune :

Les micro-organismes du sol son directement touchés par la vague thermique au passage du feu. La stérilisation intervient entre 50 et 125 C°, et concerne généralement entre 5 et 10cm. Mais se sont les couches superficielles, les plus richesses en matière organique et les plus actives biologiquement, qui sont les plus supportées (COLIN et al, 2001). Le feu réduit la population de vers de terre, de myriapodes, de fourmis et d'insectes polinisateurs. La microfaune se détruite et se reconstitue lentement.

II -18.4 - Action sur la faune forestière :

Dans les forêts où le feu ne constitue pas une perturbation naturelle, il peut avoir des effets dévastateurs sur les engendrés vivants dans la forêt. Non seulement en provoquant directement leur mort, mais aussi par des effets indirects à plus long terme comme le stress et la perte d'habitat, de territoire , d'abri et d'aliments . La perte d'organismes clés dans les écosystèmes forestiers , comme les invertébrés , les pollinisateurs et les décomposeurs , peut ralentir considérablement la régénération de la forêt (BOER) ., 1989 .

Les forêts brûlées perdent leurs petits mammifères , oiseaux et reptiles les carnivores tendent à éviter les zones incendies . La baisse de densité des petits mammifères comme les

rongeurs peut avoir des effets nocifs sur les disponibilités alimentaires des petits carnivores. Le feu détruit aussi la litière des feuilles et la communauté d'arthropodes qui lui sont associées nécessitant l'approvisionnement en aliments pour les omnivores et carnivores (KINNARD et O'BRIEN,1998) .

Le feu perturbe en outre de façon indirecte le cycle biologique des animaux.

II -18.5 - Impact socio-économique :

Les incendies de forêts sont beaucoup moins meurtriers que la plupart des autres catastrophes naturelles. Ils peuvent éventuellement provoquer la mort d'homme, notamment parmi les combattants du feu.

Les incendies mettent aussi en danger la vie des habitants, en détruisant des habitations. C'est le cas surtout lorsqu'elles n'ont pas fait l'objet d'une protection particulière, soit au niveau de la construction elle-même, soit au niveau de la végétation environnante. Les lieux très préoccupants sont menacés par les incendies de forêt, qu'il s'agisse de zones d'activités, de zones urbaines, de zones de tourisme et de loisirs ou de zones agricoles.

Ces divers lieux présentent une vulnérabilité variable selon l'heure de la journée et la période de l'année. Des équipements divers tels que les poteaux électriques et téléphoniques, les clôtures, les panneaux, sont aussi endommagés ou détruits par le feu.

Les réseaux de communication sont coupés, engendrant des perturbations économiques et sociales importantes. Il est très difficile d'évaluer les pertes économiques et sociales importantes. Il est très difficile d'évaluer les pertes économiques dues à un incendie, en raison de la difficulté d'appréhender les coûts indirects (COLIN et al, 2001).

II -19- INFLUENCE DE FEU SUR L'ÉCOSYSTÈME :

II -19-1- Incendie et effet de serre

Les incendies contribuent à l'effet de serre en déstockant de grandes quantités de charbon : directement par combustion des végétaux, de l'humus et d'une partie de la matière organique du sol, et indirectement en accélérant les processus de minéralisation de la matière organique restante (Vennetier., 2004). Les émissions de carbone par la biomasse terrestre sont de l'ordre de 1,8 à 4,7 milliards de tonnes/an. Compte-tenu de l'importance de la biomasse sur pied qui varie entre l100 et 800 tonnes/ha, ce déstockage de carbone est en moyenne de l'ordre

de 200 tonnes/ha. A titre de comparaison, la capacité de fixation d'une plantation d'essences à croissance rapide est EVALUEE dans le meilleur des cas à seulement 10 tonnes/ha/an.

Selon Vennetier (2004) Les processus de dégradation qui s'en suivent (érosion, pertes de fertilité, disparition parfois de la strate arborée), REDUISENT la productivité des écosystèmes et donc leur capacité à capturer, lors de leur reconstitution, une partie du carbone libéré.

En Afrique, la part des incendies de forêt et des feux de brousse est importante, elle représente 57 % de la biomasse brûlée annuellement dans le monde. Les émissions gazeuses consécutives à la combustion de cette biomasse sont EVALUEES à 5-10 % du gaz concourant à l'effet de serre (Riedacker, 1991 ; FAO, 1993 ; Goldammer et al., 1996 in Dupuy, 1998.

II -19-2- Influence de feu sur le sol :

D'après Vennetier (2004) En général l'incendie ne touche directement que les parties aériennes et les premiers centimètres du sol, ses conséquences indirectes concernent aussi le sol en profondeur. Lorsque le sol est très sec, une partie importante des souches et racines mortes peut se consommer, pendant plusieurs heures ou même plusicurs jours, jusqu'à un mètre de profondeur. D'autre part, les racines des végétaux tués ou affaiblis par le feu, dont certaines descendent à plusieurs mètres de profondeur, meurent entièrement ou partiellement après le feu, ce qui a un impact particulier en région méditerranéenne.

II -19-2-1- Effets du feu sur les propriétés physiques des sols :

La première conséquence visible du feu est la modification de la couleur des sols pouvant servir d'indicateur de la sévérité du feu. Suite à une seule période incendiaire, on observe généralement une diminution de la stabilité structurale des sols. Bonnet et Tatoni (2003) indiquent que les caractéristiques physico-chimiques des sols sont largement modifiées par les incendies.

Les résultats de BoixFayos (1997) IN Vennetier (2004) montrent que le feu diminue la capacité au champ des sols brûlés et en conséquence entraîne l'augmentation du ruissellement et des phénomènes d'érosion diminuant ainsi les particules fines telles que les argiles. La chaleur du feu dénature les acides organiques entraînant de fait une forte augmentation du pH des sols.

II -19-2-2- Effets du feu sur la matière organique :

Gonzàlez-Pérez et al. (2004) dans Vennetier (2004) ont classé les principales modifications de la matière organique induites par le feu :

- Le déplacement des groupements oxygénés terminaux (diminue la solubilité).
- La diminution de la longueur des chaînes carbonées (alcanes, acides gras, alcools).
- La cyclisation des sucres et des lipides.
- La formation de composés azotés hétérocycliques.
- La condensation de macromolécules telles que les substances humiques.
- La production de composés variés inaltérables appelés 'black carbon'.

○ **Eléments nutritifs principaux :** Selon Vennetier (2004) Les incendies provoquant une mobilisation brutale des éléments minéraux de base N, P, K, Mg, Ca, et divers oligo-éléments, au paravent stockés dans la végétation et le sol, directement par combustion de la matière organique.

○ **Bioaccumulation d'éléments toxiques :** Lors d'un feu de forêt, de grandes quantités de composés sont émis dont des hydrocarbures, composés organiques volatils (COV), hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), dérivés phénols et particules de moyenne taille (suies, goudrons, été).

II -19.2.3. Effets du feu sur la disponibilité des nutriments :

D'après Guénon (2010) Le feu mobilise rapidement les éléments minéraux stockés dans les végétaux. Selon une étude au Forêt de Sangoué (Côte d'Ivoire) les cendres contribueraient à relever le niveau de PO ; d'environ 50%.

➢ Le Carbone : Diminution du ratio O-alkyl C/alkyl-C après le feu dû à la dénaturation « préférentielle » des glucides constituant les cires et cutines.

➢ L'Azote : Volatilisation de l'azote organique.

➢ Le Phosphore : Le phosphore du sol n'est pas altéré par le feu. Cependant, le brûlage de la végétation et des litières modifie fortement sa disponibilité notamment en minéralisant le phosphore organique en orthophosphate PO4 qui est la seule forme du phosphore utilisable dans le monde vivant.

AUTRES NUTRIMENTS : La disponibilité d'autres nutriments est également affectée par le feu mais dans une moindre mesure et à plus court terme. Cette disponibilité dépend

évidemment du type de nutriment (Ca, Mg, K). Khanna et al. (1994) dans Guénon (2010) classent ces nutriments qui s'accumulent dans les cendres en fonction de leur solubilité :

- Facilement soluble (K, S, avec une composante résiduelle non solubilisable (30 %) ;
- Relativement insoluble (Ca, Mg, Si , Fe) dépendamment de la dilution;
- Fortement insoluble (P).

II -19.2.4. Effets du feu sur les communautés microbiennes et leurs activités

D'après une synthèse faite par Guénon (2010) Les effets du feu sur les micro-organismes sont classés en deux catégories : Les effets directs de la calcination du sol (effets à court terme) et les effets indirects via les modifications à plus long terme de la végétation et des propriétés physico-chimiques du sol.

- **Effets directs des incendies sur les propriétés microbiennes du sol :**

Les effets du feu sont les plus importants dans les couches superficielles du sol (horizon organique lorsqu'il existe et les premiers centimètres de l'horizon minéral) où l'abondance et l'activité des micro-organismes sont les plus importantes. L'élévation de la température induite par le feu entraîne une diminution de la biomasse microbienne pouvant aller jusqu'à la quasi-stérilisation des couches superficielles.

- **Effets indirects des incendies sur les propriétés microbiennes du sol :**

On distingue deux types d'effets indirects du feu sur les communautés microbiennes : les effets abiotiques et les effets biotiques.

❖ **Les effets abiotiques** : d'un incendie sur les caractéristiques microbiennes concerne les modifications engendrées par des changements d'insolation ou de microclimat, des changements physico-chimiques du sol (texture, pH, disponibilité des nutriments, imperméabilisation, teneur en MO), ou encore l'impact des charbons.

❖ **Les effets biotiques :** ils seraient les facteurs clés du contrôle à long terme de la dynamique microbienne. L'effet le plus important est conduit par une modification de la dynamique végétale post-incendie.

II -19-2-5. Effet du feu sur la faune :

D'après Bonnet et Tatoni (2003) Les grandes zones brûlées offrent de plus de grandes possibilités d'habitats que les petites zones, notamment par l'intermédiaire des pins brûlés qui jouent le rôle de perchoirs et de nichoirs pour les oiseaux. Les espèces à faible amplitude d'habitats, très supportées par l'incendie sont préférées par la structure en mosaïque au sein des zones, et la diversité structurale de la végétation est très liée à la diversité avifaunistique. De nombreux animaux qui ne trouvent pas les conditions idéales d'habitat au sein des brulées viennent cependant s'ynourrir, la zone brûlée étant généralement une source importante de graines et de plantules et la non brûlée une protection, notamment pour les petits mammifères. Ces déplacements peuvent avoir deux conséquences : ces animaux (petits mammifères, oiseaux) peuvent être vecteurs de graines et améliorer ainsi la recolonisation par les taxons zoochores en lisière d'autres qui n'étaient pas présents avant le feu, viennent coloniser le milieu ouvert du moins pendant les premières années suivantes la perturbation par le feu. Ces animaux peuvent être responsables d'une diminution d'une partie du stock semencier par prédation, cependant, la prédation des graines après le feu est réduite par rapport à ce qui peut être observé en zone non brûlée.

II -19-3- Influence de feu sur la végétation :

D'après Bonnet et Tatoni (2003) Au niveau de l'ensemble des attributs vitaux, l'effet de la perturbation se traduit, d'une façon générale par une augmentation des thérophytes. Ces effets de la perturbation sont d'autant plus visibles que le site est petit. L'augmentation des thérophytes s'explique par l'ouverture du milieu, profitable aux taxons passant la saison estivale (coïncidant avec le passage du feu) sous forme de graines enfouies dans le sol. La banque de graines joue alors un rôle important : Trabaud et al(1997) indiquent que, bien que la banque de graines et l'épi végétationgée permettent d'avoir des compositions floristiques assez différentes (dans des formations végétales de type pinèdes ou chênaies vertes), la la végétation latente joue un rôle important dans les premiers stades de recolonisation post-incendie; les taxons peuvent également provenir de la pluie de graines, et profiter de l'espace libéré avant le développement des taxons à rejets de souche.

Les fortes chaleurs également liées à l'incendie ont un fort pouvoir germinatif sur certaines espèces (Trabaud, 1980). Trabaud (1980) avait bien mis en évidence l'augmentation des herbacées, principalement annuelles dans les premières années suivantes l'incendie.

Celles-ci s'avèrent en grande partie de la banque de graines (Trabaud et al, 1997) et profitent de l'espace libéré par le feu ; ce sont des espèces définies comme fugaces (Trabaud et Lepart, 1981). Elles ne restent pas présentes dans la végétation manifestée par la suite. Généralement, le passage d'un incendie a tendance à favoriser la régénération des espèces ayant des adaptations spécifiques au feu.

Si le feu est certes un agent de destruction de la forêt, il est également le principal agent de renouvellement des forêts naturelles, les espèces présentes avant feu semblaient réapparaître après la perturbation, pour autant qu'il y ait présence de graines, d'un lit de germination favorable et de bonnes conditions climatiques. Bien souvent, il y a donc maintien de la composition arborescente originale après feu, et une telle perturbation tendrait à stabiliser la composition la forêt à grande échelle (Heinselman, 1981a, 1981b, Viereck, 1975 in Boulfroy, 1996) .

Lecket al. (1989) et Thompson et al. (1997) dans Bonnet et Tatoni (2003) indiquent que les banques de graines en région méditerranéenne sont essentiellement constituées de taxons persistants correspondant à des espèces herbacées, et contiennent très peu de taxons ligneux qui rejettent généralement de souche après perturbation.

Ces taxons herbacés profitent des perturbations pour s'exprimer et recréer leur stock semencier. Au niveau de la placette (ou niveau local), les changements observés sont de grande amplitude et correspondant à des déplacements et remplacements rapides d'individus et de populations. Ceux -ci cohérents précisément en l'apparition, entre la première et la deuxième année, d'un pool de taxons appelés « fugaces » qui sont en majorité thérophytes, anémochores et rudéraux, et qui disparaissent en masse entre la deuxième la troisième année. Selon Guénon (2010) Les incendies répétés ont entraîné la persistance de séries végétales régressives, où les essences de chênes sclérophylles ou à feuillage caduc sont renouvelées par des espèces favorisées par les feux (Barbero, 1988).

Après feu, les espèces principales de la communauté végétale préexistante se réinstallent par un processus d'auto succession, et en conséquence, ces communautés végétales présentent une relative stabilité écologique et floristique (Lepart et Escarré, 1983).

II -20- Les facteurs influençant l'origine et le développement des feux de forêt :

Selon Arfa (2008) les facteurs favorisant le développement et la propagation des feux sont les conditions climatiques (sécheresse, vent), le relief, l'inflammabilité et la combustibilité des essences et la structure du combustible lié à l'état d'entretien de la forêt.

La végétation est le troisième facteur intervenant dans la formation et le développement des feux, car elle alimente les foyers en matières combustibles. La litière, les strates herbacées, les ligneuses basses et les ligneuses hautes présentent des aptitudes variables à la combustion et à la propagation. Par exemple, les maquis, les garrigues et les landes présentent une inflammabilité moyenne, mais une combustibilité forte et rapide. Cette strate influence grandement le transfert du feu vers la cime des arbres.

Finalement, la propagation du feu varie également en fonction des essences forestières. Ainsi, les pins sylvestres, les genévriers, les chênes kermès, les arbousiers, la bruyère arborescente, le ciste de Montpellier ou ciste à feuilles de sauge FAVORISENT le développement du feu EN raison notamment des composés organiques volatils et des résines qu'elles produisent.

II.21. Les Risque :

II.21.1. Risque lie à l'homme :

Les études en Algérie présentent que les causes d'incendies ont été entreprises en détail et c'est le facteur humain qui joue un rôle prépondérant dans leurs causes originelles et leurs fréquences. Les riverains ont toujours incendié la forêt pour se procurer des terres de cultures et de pâturage., L'imprudence a aussi sa part dans la propagation de l'incendie (charbonnier négligeant, passant jetant une allumette. (BOUSMAL,2018).

II.21.2. Risque liée à la végétation et le combustible :

la forêt est dominées par des espèces indicatrices aux incendies, et des espèces indicatrices aux dégradations, et Constitué par des combustibles importants.

II.21.3. Risque liée à la topographie :

L’inclinaison de la pente : est classée entre à moyenne à forte pente.

Exposition des pentes, qui dominées par des versants Sud et Sud-ouest qui présentent les

conditions les plus favorables pour une inflammation rapide et pour la progression de feu. Elévation du terrain : la forêt est très élevé (+ de 1000 m).

II -22- La lutte contre les feux de forêt :

Les statistiques sur les causes des feux de forêt dans la région méditerranéenne sont loin d'être complètes, mais il ressort que la majorité des feux sont dus à l'homme. Des causes naturelles comme la foudre peut effectivement être à l'origine des feux de forêt et quand de tels feux se déclarent dans des zones isolées, l'étendue des dégâts peut être considérable. Toutefois, le nombre de feux d'origine naturelle est faible comparé à ceux causés par l'homme (CIHEAM, 2008).

Selon OUADAH (1998), le classement des causes anthropiques données par l'administration forestière en Algérie sont : les bergers, les charbonniers, l'incinération des chaumes, l'imprudence des fumeurs, les pyromanes et les causes inconnus.

La très grande majorité des feux sont d'origine inconnue. Dans tous les classements la catégorie des causes inconnues est omniprésente, sa proportion étant élevé (entre 65 à80%) elle laisse bien de la place pour une appréciation objective (ALEXANDRIAN &GOUIRAN, 1990).

Les plans anti-incendie définissent dans l'espace et dans le temps les actions et les équipements de prévention, d'extinction et de reconstitution des forêts après incendie à mettre en œuvre afin de limiter les dommages causés par le feu (BOVIO, 1993).

Il y a deux principales formes de lutte contre les incendies, à savoir la prévention et la lutte active ou extinction. Dans notre travail on s'intéresse surtout à la prévention (mesures de prévention avant l'incendie).

II -22-1- La lutte préventive :

Le terme de prévention est utilisé dans un sens large, il désigne l'ensemble des mesures prises avant l'incendie. Il englobe les mesures destinées à réduire les risques d'incendie ainsi que toutes les mesures antérieures au sinistre qui concourent à limiter son extension (DUBORDIEU, 1997).

On peut mener des travaux d'aménagement des forêts contre les incendies en fonction de l'importance des menaces pesant sur les diverses zones. L'importance des équipements à

prévoir, et leur densité, doit résulter de la carte des menaces, mais elle doit aussi tenir compte, éventuellement, des risques naturels pesant sur le milieu et la sensibilité des paysages.

Les opérations préventives à mener se résument sur les aménagements DFCI (Défense des Forêts Contre les Incendies), la surveillance et l'alerte, la cartographie de la nature et du niveau du risque et l'éducation et la sensibilisation du publique.

II -22.1.1 Les aménagements de DFCI (Défense des forêts contre l'incendie)

L'aménagement des forêts peut être assuré par des actions et des travaux à l'intérieur de la forêt tel que les point d'eau, les tranchées pare feu, le débroussaillement, les voies forestières. L'élaboration de la carte des risques est un outil qui facilite la mise en place des dispositifs de DFCI.

a. Les points d'eau

L'eau étant le principal moyen d'extinction des feux de forêt, il faut se préoccuper attentivement de l'approvisionnement en eau des véhicules terrestres et dans quelques pays par voie aérienne. La multiplication des points d'eau aux abords, ou au sein même de la forêt à protéger ne peu qu'accroître l'efficacité de la lutte. La densité ainsi que la capacité des points d'eau varient selon les conditions locales.

On utilise des forages, des réserves aménagées sur ruisseaux ou lagunes, des bâches à eau et des citernes. L'idéal est de disposer d'une cuve de 60 m3 pour 500 Ha de forêt. Ce volume permet le remplissage des citernes tout les trois minutes pendant deux heures, car la capacité des engins de lutte est de 0,5 à 2 m^3 (KERN, 1975).

b. Les infrastructures routières

L'infrastructure routière est l'outil indispensable dans la lutte contre le feu, tant pour la protection des forêts menacées par de futurs incendies que pour la reconstitution des forêts détruites par le feu. Les zones forestières doivent être sillonnées de voies d'accès pour faciliter leur surveillance et pour permettre aux sapeurs-pompiers d'arriver rapidement sur un feu naissant.

- Les pistes

Ceux sont des voies d'accessibilité dont la viabilité peut être incertaine en périodes humides, mais carrossable pendant les périodes dangereuses. Ces pistes assurent le passage

des véhicules à faible tonnage, et permettent l'acheminement du personnel et de leur matériel, le plus près possible des lieux et elles facilitent le repli en cas de danger.

- Les routes

C'est des voies carrossables en tout temps, accessible à tous les véhicules et notamment aux camions approvisionneurs d'eau, elles assurent des liaisons plus rapides et plus sûres que les pistes. Actuellement le principe de base de la défense de forêt contre les incendies veut que tout tranché pare-feu soit obligatoirement desservi par un chemin, il faut toujours s'efforcer de faire coïncider le tracé de pare-feu et les voies, qui sont souvent développées selon les courbes de niveau.

c. Les tranchées pare-feu

Il est possible d'équiper massivement les forêts d'un certain nombre d'obstacles, qui vont servir à couper le passage au feu ou bien comme base d'intervention, ceux sont les tranchées pare-feu. Ces dernières doivent s'opposer au passage du feu sur les fronts où l'avancement du feu est très rapide. Le choix de l'emplacement des tranchés obéit à des considérations à la fois stratégiques et techniques, en tenant compte de la topographie, de la météorologie et de la répartition du combustible dans les zones menacées (PUTOD 1975in CHIBANE, 2006).

d. Le débroussaillement

Le débroussaillement est l'élimination de la strate basse de la végétation, c'est –à-dire celle qui est plus propice à la propagation du feu. Il permet de limiter la puissance et la propagation d'un feu, en réduisant le combustible et en créant des discontinuités spatiales, horizontales et verticales (COLIN et *al*.2001).

II -22.2- La surveillance et la détection :

La surveillance et la détection des incendies de forêts constituent la phase la plus importante de tout système de protection. La réussite, l'efficacité de l'intervention et la lutte n'est assurée que grâce à une détection et une signalisation rapide et précise (HOURCASTAGNE 1975).

La détection est assurée par les postes de vigies**,** il serait essentiel d'équiper les tours de guet d'appareils de mesure essentiels pour un fonctionnement efficace, notamment : jumelle,

GPS, des cartes, une boussole, un instrument de mesure de direction et de vitesse du vent. (PUTOD, 1979)

a. Les brigades mobiles et les patrouilles aériennes

Sont aussi des moyens très efficaces de surveillance et de détection si les conditions budgétaires le permettent.

Les SIG permettent de déterminer les meilleures positions des tours de guet, d'où l'on peut voir le maximum de territoire en vue directe. Pour leur implantation, les tours doivent couvrir la plus grande surface possible des forêts et englober les zones où le risque d'éclosion du feu est élevé. La position d'un poste de vigie sur un point culminant ou les omets d'une colline est préférée pour une efficacité satisfaisante (RAMAT et al, 2009).

CHAPITRE III

III-1- Caractérisation de la région d'étude:

La wilaya de Médéa est considérée longtemps comme zones réservoir de richesses naturelles en raison de son milieu physique plus ou moins favorable. Deux éléments de ce milieu nous intéressent pour étayer la place qu'occupe la wilaya au sein du pays : la ressource en eau et la ressource en sol.

Une telle position géostratégique, fait de cette wilaya une zone de transit principale et un trait d'union entre le Tel et le sud du pays, d'une part, et entre les Hauts Plateaux de l'Est et ceux de l'Ouest, d'une autre part.

III-1-1 Situation géographique:

La wilaya de Médéa enserrée entre les longitudes2° 10′et 3° 20′ Est et les latitudes 35°26′et 36° 30′ Nord, se situe au centre géographique de l'Algérie du Nord et occupe la partie centrale du Tel. Elle s'étend sur une superficie de 8775,65 km2, est à 90 km environ d'Alger servi par la route nationaleN°01.Elle est délimitée:

- Au nord par la wilaya de Blida
- A l'ouest par la wilaya d'Ain Defla et Tissemsilt
- Au sud par la wilaya de Djelfa
- Al'est par la wilaya de M'sila et Bouira

Elle compte 19 daïra et 64 communes.

III-1-2 Le relief:

La wilaya de Médéa est située au cœur de l'Atlas Tellien, elle se caractérise par un relief mouvementé peut être découpée en quatre zones naturelles (voir carte) :

- ✓ **Le tell montagneux:**

Il forme une bande quasi –continue ceinturant la wilaya à l'Ouest et au Nord, depuis l'Ouarsenis jusqu'au massif de Tablat .C'est une région au relief marqué, avec des altitudes élevées, atteignant 1813mètres (point culminant de la wilaya), au djebel Ech Chaoun, dans la commune de Derrag, à la limite de la wilaya, non loin de Bordj el Amir Abdelkader situé dans la wilaya de Tissemsilt. Dans la commune de Sebt Aziz, le djebel Taguensa s'élève à 1710 mètres. Au centre de la wilaya le col de Benchicao se situe à 1267 mètres, alors que le djebel Mouzaïa s'élève jusqu'à 1603 mètres, et le djebel Beni Messaoud à 1492 mètres.

- ✓ **Le tell collinéen:**

Située au cœur de la wilaya, vers la partie sud-est de la wilaya, les monts qui constituent le Kef Lakhdar, dans la commune qui porte le même nom, culminent à 1467 mètres. Le djebel Chaaba, situé entre le Kef Lakhdar et les monts de Tablat, il est constitué d'une succession de plusieurs monts, orientés, est-ouest, et dont le plus élevé se trouve à 1303 mètres.

- ✓ **Les plaines du tell** :

A l'intérieure de cet ensemble montagneux, on retrouve insérées une dépression plus ou moins large, en forme de gouttière qui s'étale d'Ouest en Est jusque dans la wilaya de Bouira. Ces plaines de Beni Slimane, sont bordées au nord, par les hauts piémonts de l'Atlas Tellien et les reliefs du Titteri.

- ✓ **Le piémont méridional du tell:**

La zone sud de la wilaya correspond aux hautes plaines steppiques, dont les altitudes sont autour de 700 et 800 mètres. La transition entre les montagnes du nord et les hautes plaines situées au sud, est assurée par des glacis, le plus souvent encroûtés. D'une topographie à pente douce, à plan légèrement incliné, cet unité morphologique est caractéristique des zones arides et semi arides de l'Algérie.

III-1-3 Géologie et pédologie:

Sur le plan géologique, la région de Médéa s'inscrit dans le cadre de la formation de la chaîne tellienne. Elle se compose d'unités structurales différentes, de par leur faciès, leur contexte sédimentaire et leur évolution. Parmi les formations géologiques les plus importantes que l'on retrouve dans la wilaya, on à :

III-1-3 –1 Le Trias:

Constitué de gypse et, mêlé le plus souvent à des dolomies et des cargneules, il est le soubassement le plus ancien de la région. Les intrusions les plus importantes sont :

- Le bled Harmela à Tletat Douair,
- Le Malleg rassoum d'Ain Boucif.

III-1-3–2Le Crétacé inférieur:

Cette unité constitue la partie nord de la wilaya, c'est-à-dire l'Atlas Blidéen et le prolongement de la chaîne des Bibans. Elle se présente principalement, sous trois faciès lithologiques, qui sont les marnes, les argiles et localement dans des proportions moindres des calcaires, des schistes et des quartzites

III -1-3–3 L'unité Epi-tellienne :

Cette unité fait suite à l'unité précédente, elle va du crétacé jusqu'à l'éocène. Elle présente un faciès essentiellement marneux. Elle s'étend sur une grande zone dans la partie occidentale de la wilaya, font partie de cette unité, les collines de Berrouaghia et de Seghouane, ainsi que les monts de Ouled Hellal.

III -1-3–4 Les unités gréseuses :

Les formations gréseuses affleurent sur de grandes surfaces dans la wilaya de Médéa. Elles constituent l'ossature des chaînes de montagnes orientales et méridionales, ainsi que le plateau de Médéa.

III -1-3–5 Les formations quaternaires :

Formations récentes, détritiques, composées essentiellement d'éléments fins remaniés, (argiles, limons, sables et graviers), ils constituent la couverture superficielle des plaines**.**

III -1-4 La faune et la flore :

- ✓ **La Faune** :

La wilaya de Médéa, recèle de par la diversité des écosystèmes (montagne, steppe, forets, zone humides, …) une diversité faunistique d'environ 35 espèces qu'il y a lieu de protéger.

- ✓ **La Flore** :

La wilaya de Médéa est classée parmi les premières wilayas du pays en matière de couvert végétal. Le patrimoine forestier de la wilaya couvre une superficie de 152.931 HA, soit 17,'43% de la superficie totale de la wilaya. La couverture forestière est marquée par la prédominance des maquis qui occupent 55.14 % de la superficie totale. Les essences forestières représentent une grande richesse pour la wilaya sur le plan de la biodiversité, avec la dominance du Pin d'Alep soit environ 3/4 de la superficie totale.

Tab. 06 : Principales essences forestières de la wilaya de Médéa

ESSENCE	SUPERFICIE(HA)	POURCENTAGE%
Pin d'Alep	**116.228**	**76**
Chêne Vert	**29.057**	**19**
Thuya	**184**	**0.12**
Cyprès	**1.132**	**0.74**
Chêne liège	**4435**	**2.90**
Eucalyptus	**382**	**0.25**
Pin Pignon	**226**	**0.15**
Cèdre	**581**	**0.38**
Acacias	**171**	**0.11**
Vides labourables	**535**	**0.35**
TOTAL	**152.931**	**100**

(*Source,Conservation des forêts de Médéa,2014*)

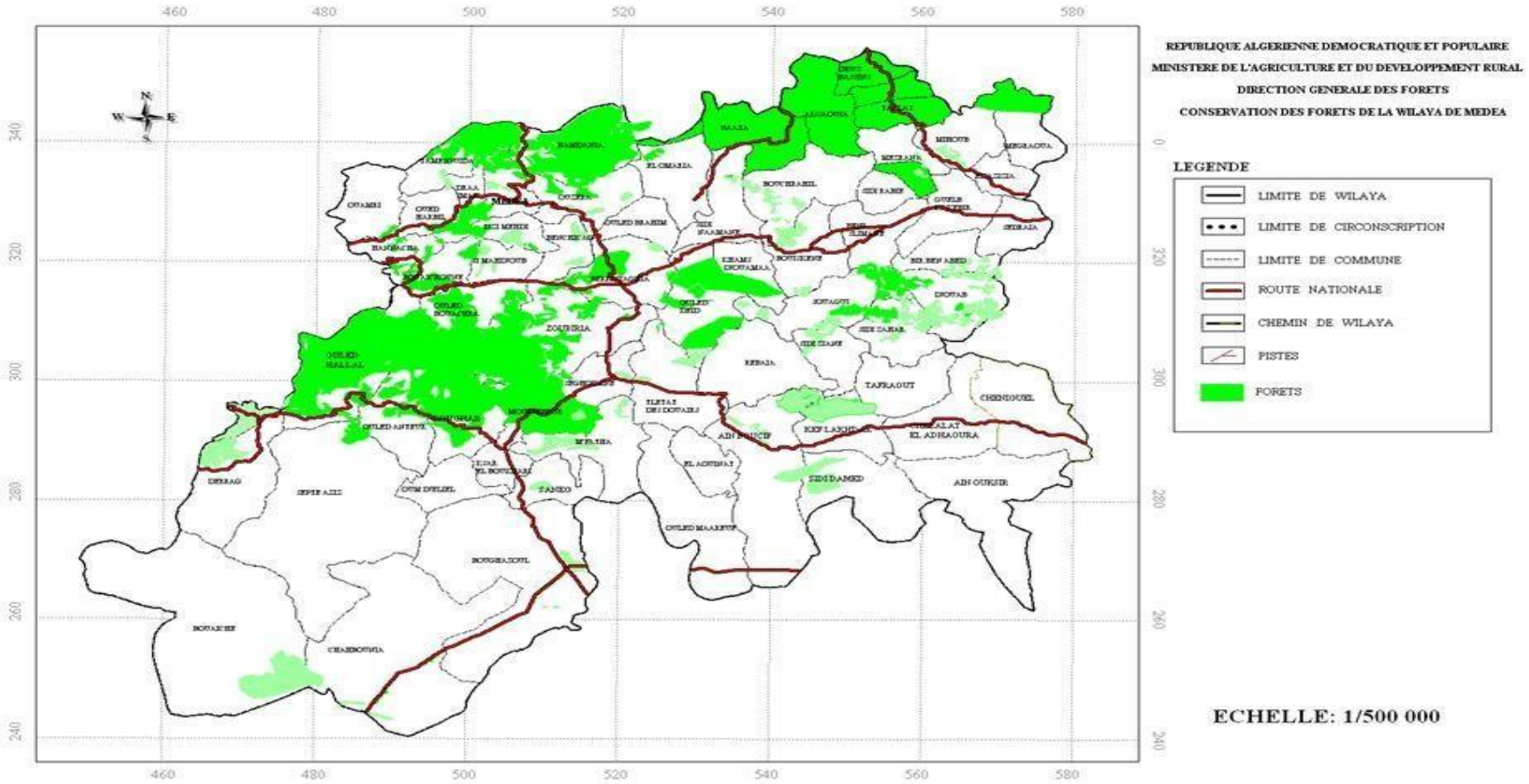


Fig. 07:Carte de végétation de la wilaya de Médéa(C.F.Médéa,2017).

III -2 Le climat :

III -2-1 La pluviométrie :

D'une manière générale, la répartition des pluies en Algérie obéit à certaines lois (P. SELTZER 1946), à savoir :

- La hauteur des pluies augmente avec l'altitude.
- Elle croît d'Ouest en Est.
- Elle diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne du littoral.

La croissance des plantes est directement liée à l'humidité du sol pendant la période de son développement. D'un autre coté, la pluie est le facteur principal de l'érosion hydrique. L'agressivité de la pluie dépend essentiellement de sa hauteur et de son intensité.

La carte pluviométrique de la wilaya de Médéa, fait ressortir clairement une variation spatiale des précipitations. En effet, on remarque que les pluies diminuent sensiblement, en allant du nord au sud. La frange tout à fait au nord, et qui correspond à la zone de montagne, reçoit plus de 700 mm de pluies par an, (entre 700 et 800mm), et les plus hauts sommets, reçoivent encore davantage, ils enregistrent entre 800 et 900mm de pluies par an. Tout à fait au sud ouest de la wilaya, à l'ouest de Boughzoul les précipitations ne dépassent guère, les 200mm de pluies par an .

La wilaya de Médéa est ainsi divisée en deux parties. La première, plus ou moins humide, est située au Nord et, la seconde qui est sèche se trouve dans le Sud.

Les données pluviométriques des différentes stations réparties à travers le territoire de la wilaya, consignées dans le tableau ci-dessus, concordent avec la carte pluviométrique analysée plus haut (Tableau N°06).

Selon les quantités annuelles des précipitations au niveau du territoire de la Wilaya, On distingue quatre (04) types de zones distinctes :

- La zone de l'Atlas caractérisé par une pluviométrie annuelle de 800 à 900 mm répartie sur 75 à 95 jours.

- La second type correspond à une pluviométrie de 600 mm /an, cette zone englobe : le plateau de Médéa, les hauts piémonts sud de l'atlas et l'Ouarsenis, le nombre de jours pluvieux est de 60 à 80 jours.
- Le troisième type regroupe les zones de pluviométrie moyenne annuelle avoisinant les 500 mm : l'Ouarsenis semi-aride (500 mm en 70 jours).
- Le dernier type est caractérisé par une pluviométrie inférieure à 450 mm répartis sur 50 à 70 jours : le Sersou (350 mm), la steppe ouest (moins de 300 mm) et la steppe Est (350 mm).

Tab. 07: Précipitation moyennes mensuelles

Stations	Ja	Fe	Ma	Av	Ma	Jn	Jt	Ao	Sp	Oc	No	Dé	Année
Berouaghia	75	62	43	54	38	21	13	12	30	52	40	70	**510**
Beni Slimane	64	42	49	64	36	17	13	08	20	30	45	64	**452**
A. Boucif	48	40	35	34	28	17	22	07	27	37	24	36	**355**

(D.S.A, 2016)

III -2-2 La neige :

La neige joue un rôle régulateur du ruissellement et influe favorablement l'alimentation des eaux souterraines, en raison de son infiltration lente et profonde dans le sol. Aussi son importance est d'autant plus grande que la durée de l'enneigement est étalée sur une période assez longue. En revanche, les couches neigeuses épaisses provoquent la rupture de branches ou le ploiement des jeunes plants. De même que des incidences sur la circulation routière sont très contraignantes pour le déplacement des populations et entravent certaines activités. Cependant, il est à signaler que l'enneigement ne touche que les zones situées dans les hautes altitudes.

On sait par ailleurs que la neige recouvre régulièrement les hauteurs de Benchicao, situées à une altitude de 1240 m, Taguenssa commune de Ouled Hellal et Ain Diss à la commune de Ain Boucif .

III -2-3 Les températures :

Les températures moyennes annuelles dans la wilaya de Médéa, varient entre 14,4 °C à Tablat, Berouaghia et Ain Boucif à 18,66 °C à Ksar el Boukhari. On note aussi que pour toutes les stations la moyenne mensuelle la plus basse est enregistrée au mois de janvier alors que la plus haute est enregistrée au mois d'août (Tableau N°07).

Tab. 08 : Les températures moyennes en degrés Celsius

Stations	Ja	Fe	Ma	Av	Ma	Jn	Jt	Ao	Sp	Oc	No	Dé	Année
Berouaghia	06	07	10	11	17	21	25	26	22	17	12	08	**14.41**
Beni Slimane	08	09	12	12	18	23	27	24	29	19	14	10	**17.08**
A. Boucif	05	07	10	11	17	21	25	25	20	14	10	08	**14.41**

(D.S.A, 2016)

III -2-4 Les vents :

C'est l'un des éléments les plus caractéristiques du climat. Il influe directement sur la température, l'humidité et, active dans une large mesure l'évapotranspiration (ETP).

De par son action mécanique, le vent a un effet négatif : chute des fruits, bris de branches et dessèchement provoquant la brûlure sur les parties jeunes et vertes des arbres. Il faut reconnaître au vent une action positive dans le sens où il assure la pollinisation.

La force des vents :

La force des vents est estimée d'après une échelle dite télégraphique qui va de 0 à 9 ; calme,

- 1 et 2 vents faibles,
- 3 et 4 vents modérés,
- 5 et 6 vents assez forts,
- 7 et 8 vents forts,
- 9 vents violents.

Les vents de la wilaya sont faibles tout le long de l'année, ils varient de 1,3 en octobre à 2,0 au mois de mars (Tableau N° 08).

Tab. 09 : La force des vents

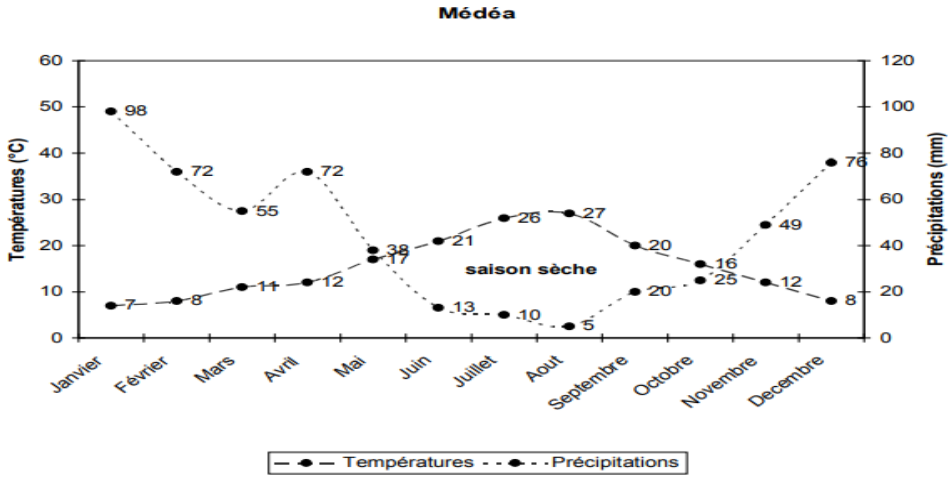
Stations	Ja	Fe	Ma	Av	Ma	Jn	Jt	Ao	Sp	Oc	No	Dé	Année
Médéa	1.5	1.8	2	1.8	1.8	1.4	1.5	1.6	1.5	1.3	1.5	1.5	**1.6**

(O.N.M,2016)

III -2-5 La Synthèse climatique :

a) Le diagramme ombrothermique de Bagnoul et Gaussen :

Ce diagramme est établit sur la base des précipitations et des températures et suivant la relation : T = 2P. La juxtaposition entre la courbe thermique et la courbe pluviométrique fait ressortir graphiquement la période sèche et la période humide..



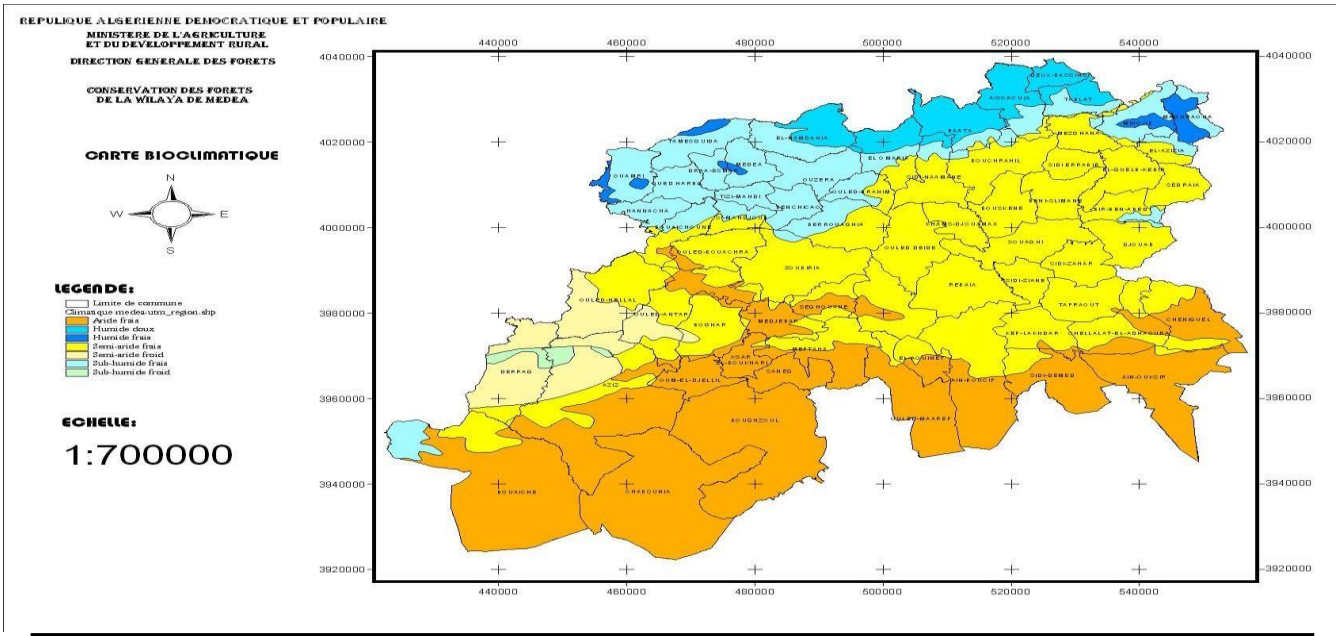
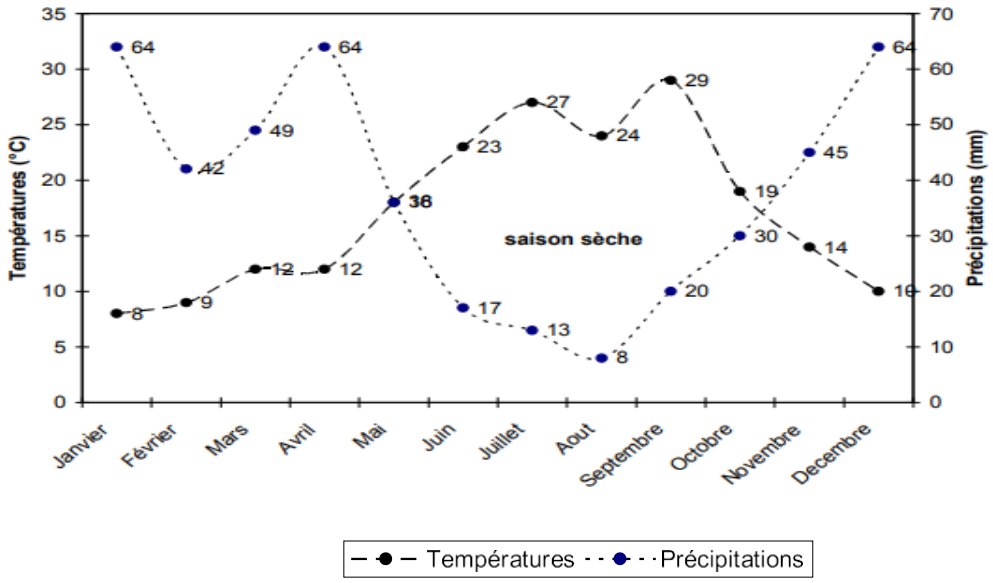
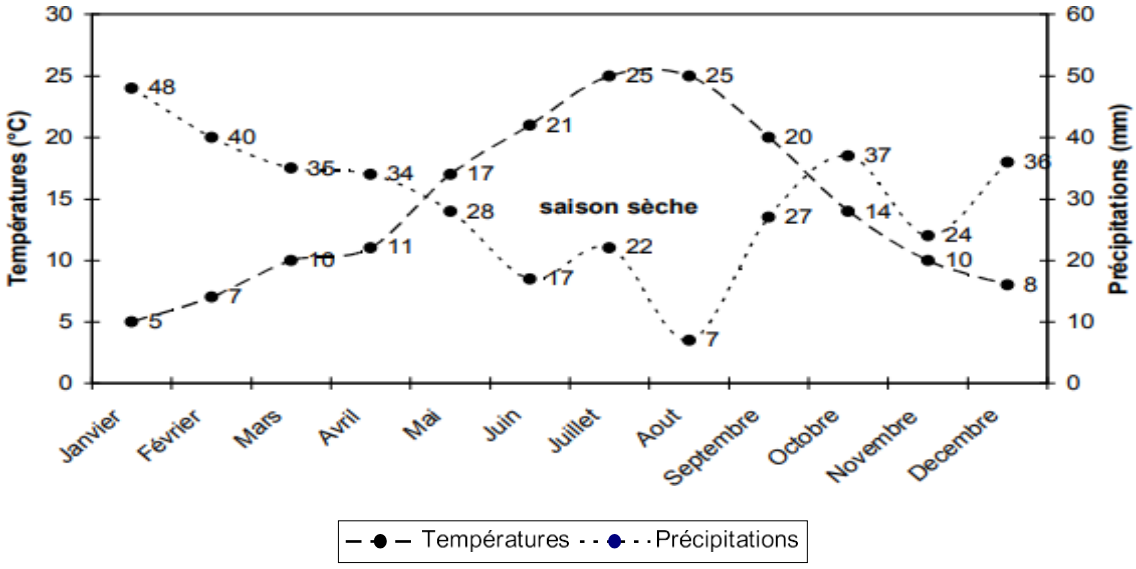


Fig. 08 : La carte climatique de la wilaya de Médéa

Beni Slimane



Ain Boucif



b) Le quotient pluviométrique d'Emberger :

L'application du quotient pluviométrique d'Emberger (Q) a pour but de définir l'étage bioclimatique d'une station météorologique donnée. La formule suivante permet son calcul.

P Q = 3,43 x (p/ M - m)

où :

P = Pluviométrie moyenne annuelle.

M = Moyenne de températures maximales du mois le plus chaud.

m = Moyenne des températures minimales du mois le plus froid.

3,43 = Constante.

La valeur calculée de "Q" pour les stations de référence est indiquée dans le tableau ci- après : **Tab. 10 : Le quotient pluviométrique d'Emberger**

Stations	P(mm)	M(°C)	m(°C)	Q	Etage Bioclimatique
Berouaghia	510	35	3	54.67	Semi-aride
Beni Slimane	452	35	3	48.45	Semi-aride
A. Boucif	355	33	3	40.59	Semi-arides

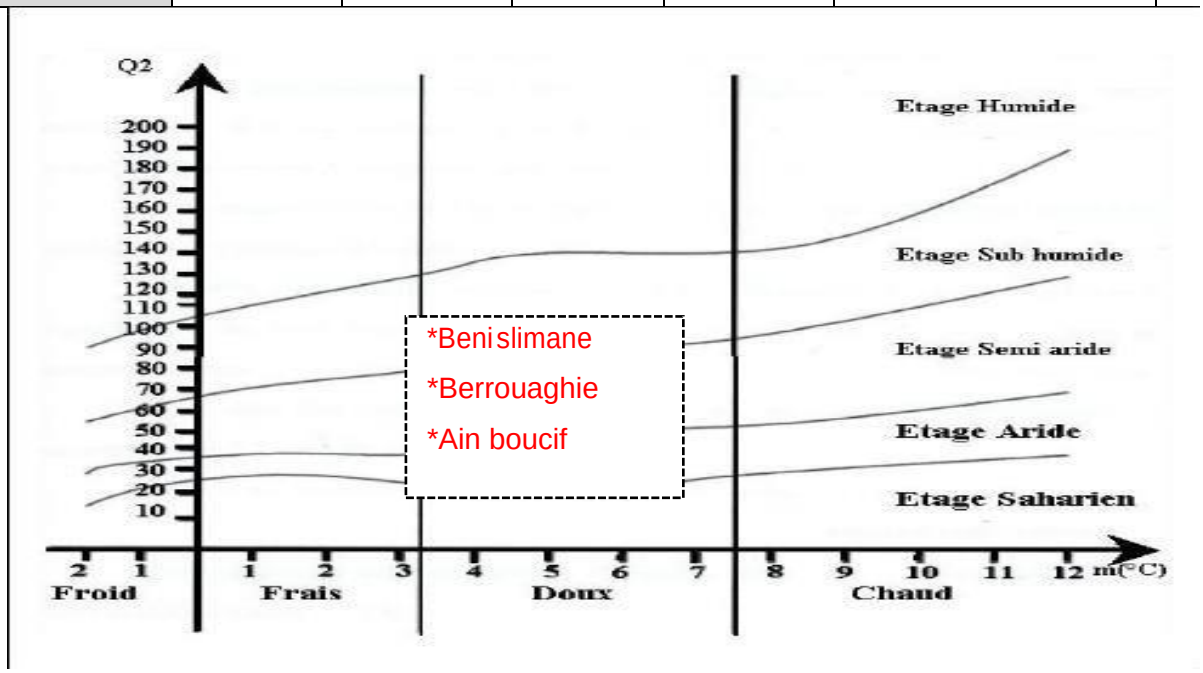
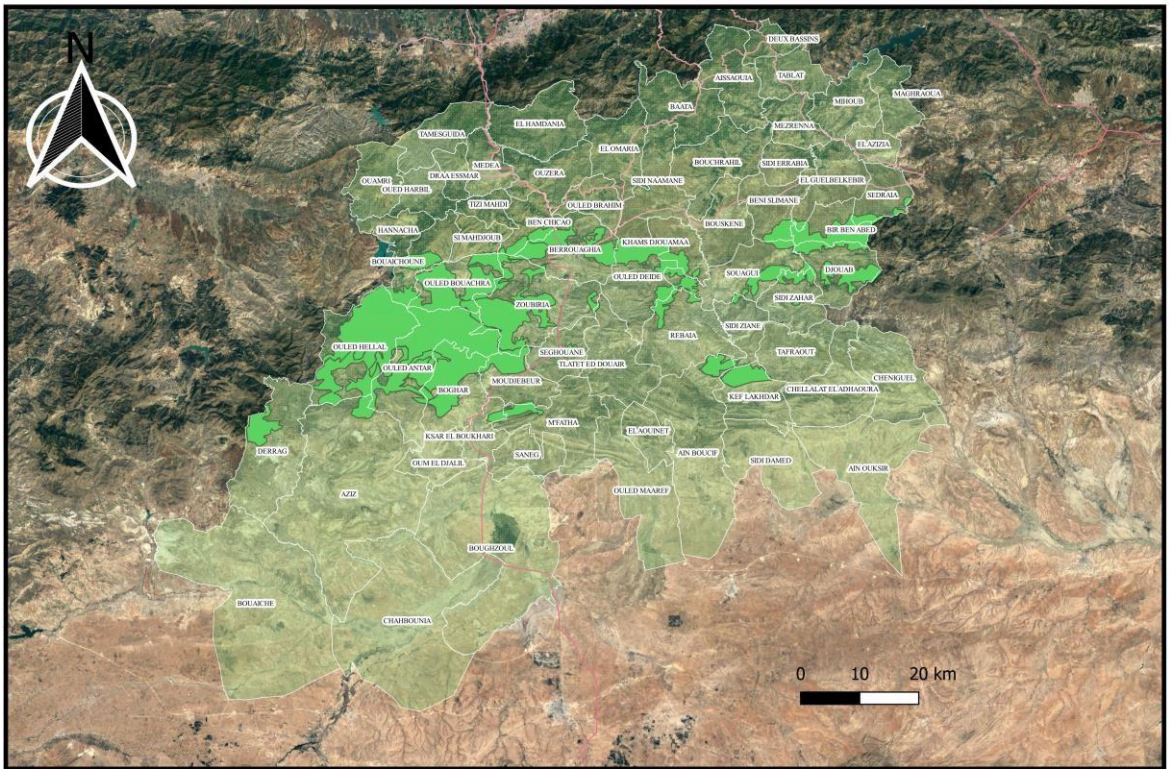


Fig. 09 :Le Diagramme d'mbrothermique d'Emberger de la zone d'étude.

carte des massifes forestiers Sud de Médéa



CHAPITRE IV

Préambule:

La prédiction du comportement du feu est une activité préalable à la lutte proprement dite, nécessaire pour déterminer les moyens qu'il faudrait envoyer contre le feu et pour les organiser etles diriger. (Velez, 1999)

La mise en évidence des zones géographiques à risque et l'appréciation statistique de ce risque devrait orienter les implantations des aménagements DFCI. (Effenterre, 1990

Dans ce présent chapitre on va essayer d'élaborer la carte de sensibilité en s'appuyant sur la méthode méditerranéenne récente enseigner aux institues agronomiques espagnoles, dans ce domaine de lutte contre les incendie de forêt s'adressant à des responsables de la prévention et de la lutte contre les incendies de forêt dans les services forestiers des pays méditerranéens. Après avoir exposé quelques méthodes anciennes utiliser dans la région.

IV- 1 Choix de la méthode : Méthode d'évaluation du degré de base de danger d'incendie.

Trabaud, (1971) note que : La détermination des risques d'incendie doit être faite, non seulement en fonction des prévisions météorologiques au moment du sinistre mais encore en tenant compte des différents sensibilités au feu des formations végétales.

Il ajoute : « Il est évident qu'il ne faut pas négliger les végétaux car ils constituent le matériel combustible qui brûle ».

"Cependant, des estimations de la combustibilité auraient une grande valeur en tant que premièreapproximation du risque d'incendie". (Trabaud, 1974)

Pour cela est du fait que la méthode édite par M^{r} R. VELEZ dans son livre est la plus récente et elle tient compte de tous les facteurs météorologique, biotique y compris le facteur humain, on a fait le choix espérons qu'il serve dans la localisation des sites à haut risque d'incendie. Pour une meilleur planification aussi bien dans l'assignation des moyens que dans la vigilance.

- Source ou origine de la méthode:

Cette méthode est tirer d'un document élaboré sur la base d'une cour s'adressant à des responsables de la prévention et la lutte contre les incendies de forêt dans les services forestiers des pays méditerranéens. Présenter depuis 1990 à l'IAMZ (IAMZ institut agronomiques méditerranéens de Saragosse), organisées avec le concours du Centre International de Hautes Etudes Agronomique Méditerranéennes (CIHEAM) en collaboration avec l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Direction Générale des Forêts et Comité Silva Méditerranea, et la Direction

Générale pour la Conservation de la Nature (DGCN) du ministère de l'environnement de l'Espagne.

IV- 2 Description de la méthode :

La définition du risque d'incendie équivaut la probabilité de déclenchement d'un feu selon les conditions de base de la forêt .Cette probabilité peut être obtenue à partir d'une distribution de fréquence, comprenant le plus grand nombre possible de donner, Sur une cartes. La conclusion opérationnelle va consister à déterminer le « risque » comme étant la fréquence d'incendie .En utilisant « un indice de causalité » et un « indice de combustibilité » concernant le mêmes territoire que ladite fréquence, on pourra calculer le degré de danger que l'on dénommera degré de base déterminé pour cet endroit spécifique . En le combinant avec « l'indice météorologique de danger » on obtiendra le « degré actuel de risque d'incendies de forêt ». (Velez .1999)

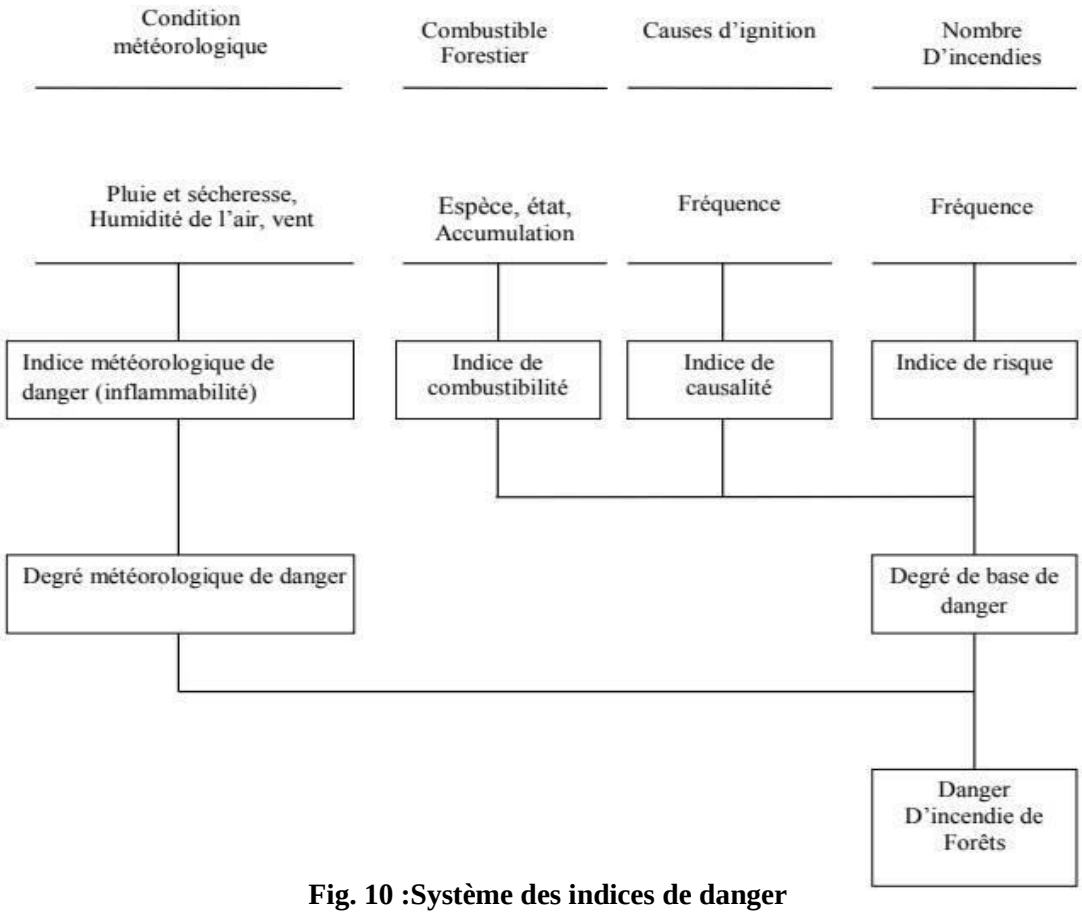


Fig. 10 :Système des indices de danger

a- Principe de la méthode :

Selon Effenterre, (1990) Les connaissances concernant les lieux préférentiels d'éclosion et leurs causes ajoutés à celle concernant l'inflammabilité et la combustibilité des végétaux nous permettront d'évaluer le risque d'incendie pour les différents massifs.

En associant les divers éléments climatiques à l'inflammabilité de la litière (branches et feuilles), il est possible de déterminer le risque d'incendie à moment et dans un lieu donné. En cas de risque extrêmement élevé, les peuvent être interdites au public. (Anonyme, 2002).

b- Rôle de la carte :

La carte est un instrument de travail d'une valeur exceptionnel. En effet, la carte exprime plus des choses que ne peut le faire un texte, elle les exprime plus clairement, c'est à -dire d'une manière aisément et plus vite profitable, elle les exprime enfin plus objectivement. (Ozenda, 1982).

Outil fondamental et indispensable à ceux dont le rôle est de prévenir ou de combattre les incendies de végétations. (Saigue, 1985). Selon Velez, (1999) elles deviennent un instrument indispensable de planification et d'exécution.

On peut s'appuyer sur les cartes pour déterminer une nature et une densité d'équipements proportionnées à l'intensité du risque, et pour fixer un ordre de priorité des réalisations. (Velez, 1999)

En outre, cette carte (de combustible) peut fournir des renseignements sur autant d'indications qui permettent d'établir un plan d'alerte préventive des matériels en fonction de la masse ou du type de combustible, devant lesquels le combattant du feu risque de se trouvé au cours de la lutte active et d'élaborer une méthode rigoureuse de prévention et de lutte contre les incendies en interprétant les données portées sur la carte. (Trabaud, 1974).

IV- 3 Méthodologie et récolte des données :

IV- 3 -1 Méthode et outils :

Vu la superficie forestière immense de la wilaya, et selon la répartition du couvert végétale on a subdivisé le patrimoine forestier en quatre massif homogène à partir de la carte d'occupation du sol de la wilaya de Médéa (figure n°07), (annexe):

- **Massif A** : appelé massif Beni Slimane situe au Sud-Est
- **Massif B** : appelé massif de Berrouaghia situe au Sud-Ouest.
- **Massif C** : appelé massif de Ain boucif situe au Sud-est.

IV- 3 -2 Récolte des données statistiques :

La démarche statistique se basée sur l'aspect descriptif dont le but est de résumé, synthétisé, structure l'information continue dans les données. Elle utilise pour cela des représentations des données sous forme de tableaux, de graphiques et d'indicateurs numériques.

C'est cette méthode descriptive, qui nous parait tout à fait adéquate dans le cadre de l'étude des incendies des forêts, que nous avons adoptée dans la suite de ce travail.

La collecte de données été réaliser à partir des documents suivants:

- Rapports d'incendie de forêt
- Bilans annuels des feux de forêt
- Etats mensuelle de l'incendie de forêts
- Plans d'action de chaque année.

Le rapport d'incendie est un formulaire renseigné une fois l'incendie éteint, par le forestier sur le terrain lors de l'incendie. Il y figure l'heure et la date de déclaration et d'extinction du feu, le lieu d'éclosion, la nature juridique du terrain, le type de formation végétale, la surface parcourue, l'essence brulée, la cause …etc.

Les données sur les feux de forêts figurant sur les rapports d'incendie, après leur exploitation systématique, nous a permis de fournir des synthèse très intéressantes et pertinentes sous forme d'une base de données. Chose indispensables pour la réalisation des calculs, après on regroupe toutes ces données sous forme de tableaux.

En fin on regroupe tous ces tableaux sous forme de trois tableaux, pour les trois indices.

Pour la précision de nos résultats on a étalé notre travaille sur 5 ans d'incendies (2013-2017) ce choix est dû au manque des données au niveau de quelques circonscriptions des forêts. Selon Effenterre, (1990) 20ans de statistiques permettent une approche beaucoup plus sectorielle..

IV- 4 Traitement de données :

IV- 4 -1 Indice de risque :

La fréquence des incendies pour un lieu concret sera calculée à partir du nombre d'incendies lors dechaque année, période habituelle employée en statistique « l'indice de fréquence » d'incendie sera donc :

$$F_I = \frac{1}{a} \sum_{1}^{a} n_i$$

a = Nombre d'années

F_I = Fréquence des incendies.

N_i = Nombre d'incendies par ans

Fi	Risque
<1	Très faible
1	Faible
2_4	Moyen
5_10	Elevé
11_20	Très élevé
>20	Extrême

IV- 4 -2 Indice de causalité :

« L'indice de causalité » sera obtenu en tenant compte de la fréquence des incendies pour chacune des causes présentes à l'endroit étudié, calculée selon le danger de chaque cause dans l'ensemble du pays. Son expression sera :

$$c_i = \frac{1}{a}\sum_{1}^{a} \frac{1}{n_i}\sum_{i}^{c} cn_{ic}$$

Ci =Indice de causalité

c = Coefficient de risque spécifique de chaque cause

n = Nombre d'incendies pour chaque cause, chaque année

n =Nombre d'incendies chaque année

a =Nombre d'année

La classification des causes utilisée est celle des statistiques sur les incendies en Espagne mais nous avons regroupé les incendies dérivés du "Chemin de fer" et "d'autre causes" en une seule catégorie dénommée "Accidents"(R VELEZ 1999).

a-Coefficients attribuables aux différentes causes :

Les coefficients de danger spécifique (c) pour chaque causes ont été estimés selon les considérations suivantes : (i) l'indice de causalité doit concilier le danger intrinsèque de chaque type de cause et la fréquence de son apparition ; et (ii) ce danger peut être mesuré par l'efficacité de

chacune d'elle à provoquer l'incendie, la forêt étant considérée sous des conditions identique pourtoutes.

En conséquence les coefficients seraient :

b-Valeur des coefficients :

Type de cause	**C**
Pyromanes	**10**
Négligences	**5**
Accidents	**1**
Foudre	**1**
Inconnues	**(5)**

L'application de ces coefficients à l'expression de C_i donnerait différentes valeurs selon les suppositions suivantes :

Tous les incendies provoqués par des pyromanes : $C_i = 10$

Tous les incendies provoqués par des négligences : $C_i = 5$

Tous les incendies provoqués par des accidents ou par foudre : $C_I = 1$

En accord avec, ces données on peut établir l'échelle suivante de risque de danger

::

C_i	**Danger des causes**
9_10	**10**
5_8	**5**
3_4	**1**
1_2	**1**

IV- 4 -3 Indice de combustibilité :

"L'indice de combustibilité" doit tenir compte de la présence relative des différentes formations forestières, arborescentes, arbustives et herbacées, (modèle de combustible).

La comparaison du comportement du feu dans chacune d'elle permet d'obtenir des indices relatifs de danger pour chaque formation dont l'application aux superficies de l'endroit étudié peut se faire par l'expression suivante:

$$M_i = \frac{1}{S_f} \sum_{i}^{e} m S_{fm}$$

M_i = Indice de combustibilité

m = Coefficient de risque relatif à chaque modèle de combustible

S_{fm} = Superficie forestière de chaque formation

S_f = Superficie forestières

a-Choix des formations pour l'étude :

La lutte contre les incendies de forêt est organisée grâce à des défenses qui concernent des régions caractérisées par leur homogénéité quant au danger d'incendie.(Velez,1999) .

La différentiation de certaines régions par rapport à d'autre peut être obtenue précisément par la préparation de cartes qui reflètent la différente intensité des facteurs définissant ce danger. (Velez,1999).

"Toute étude de risque doit être conduite au niveau du "bassin de risque" Indépendamment des limites administrative (Alexandrian, 2000)

b-Coefficients attribuables aux différents modèles de combustible :

La définition des modèles de combustible peut consultée à la section 3.1 D'après le comportement prévisible du feu pour chaque modèle on va attribuer un poids ou coefficient à la végétation présente :

Groupes "Herbacées" (N°. 1,2 ,3) 10

Groupes "Maquis" (N°. 4,5, 6,7).....10

Groupes "Déchet sous forêt (N. 11. 12. 13).....5

En appliquant les valeurs de "m" à l'expression de M_i on peut établir une échelle d'évaluation.

M_i	Degré de combustibilité
7-10	Extrême
5-6	Elève
3-5	Moyen
1-2	Faible

IV-4-4Evaluation du degré de base de risque :

On le déterminera par l'expression suivante: $D b=F_i$ x $\mathbf{C_i}$ x M_i Son échelle sera de façon analogique

Son échelle sera de façon analogique :

Db	Degré de base de danger
□ 250	Très élevé
101_250	Elève
11_100	Moyen
□10	Faible

IV- 4-5 Interprétation :

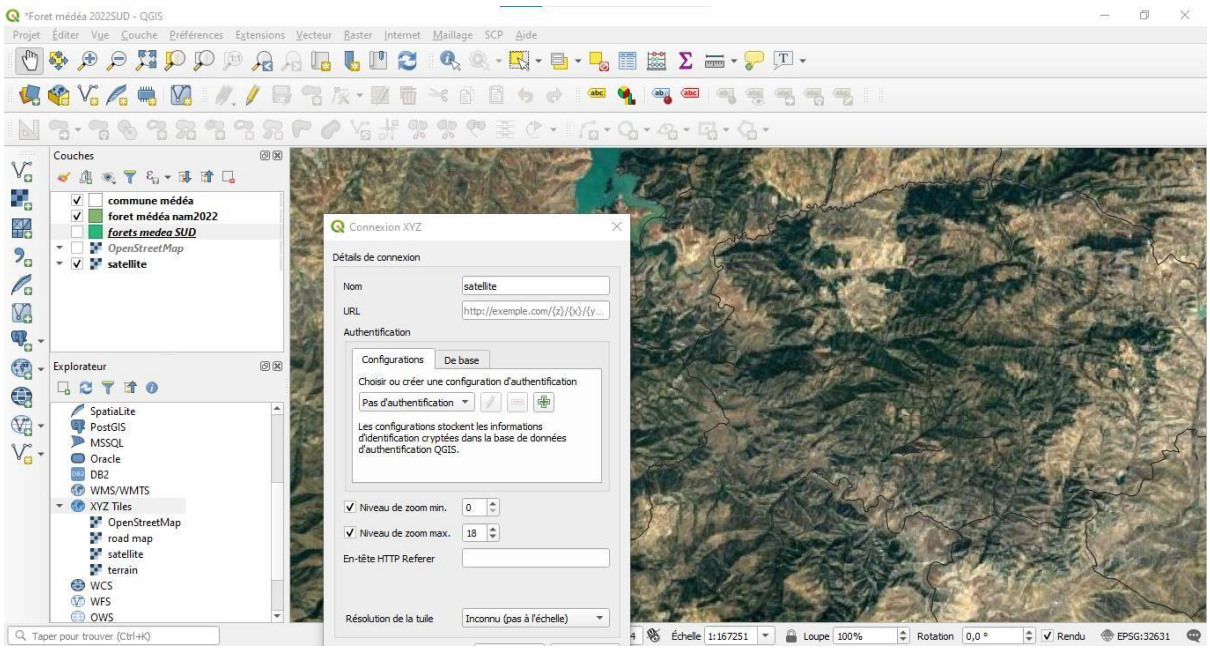
Velez, 1999., précise que si les conditions de danger en générale, l'intensité des différentes causes et les caractéristiques du combustible forestier demeurent constantes, le risque s'exprime parun indice de fréquence d'incendie.

Plus les incendies seront fréquent, plus le risque sera grand. On en déduit que la composante de base pour le calcul du risque sera cette fréquence. En s'appuyant sur cette base, on peut voir que le danger se modifiera si les causes mentionnées varient ; si causes de mise à feu les plus actives (par exemple, pyromanes) sont plus fréquentes, le danger tendra à augmenter ; si les combustibles qui brûlent plus facilement sont plus abondants (par exemple, herbes sèches) le danger augmentera également.

IV- 5-Étape de réalisation de la base de donnée de système d'information géographique :

Suite à la collecte de donnée sur terrain, nous avons reporté ces données sur un système d'information géographique. Nous avons utilisé logiciel QGIS version 3 .10 en respectant les étapes suivantes :

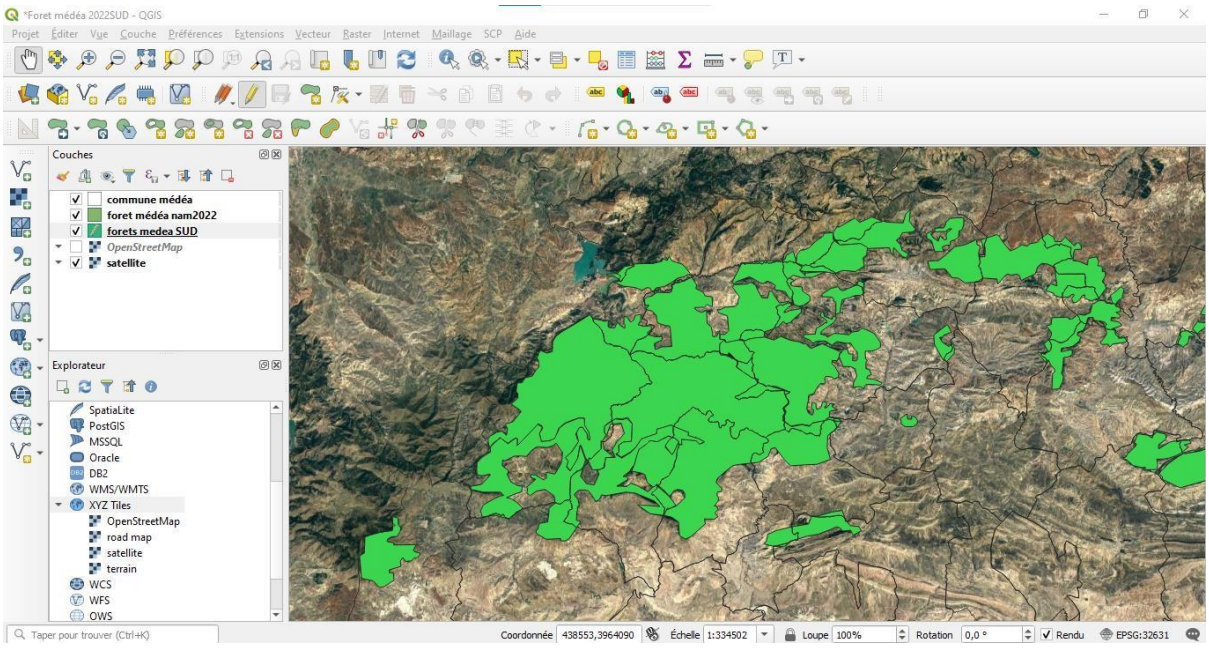
1-réalisation de connexion de logiciel avec la base de données de Google earth afin d'avoir une couche raster de base sur laquelle nous allons digitaliser en format vecteur les différentes couches d'informations qu'on va superposer en respectant l'ordre du haut vers le bas point- ligne-polygones-image satellite.



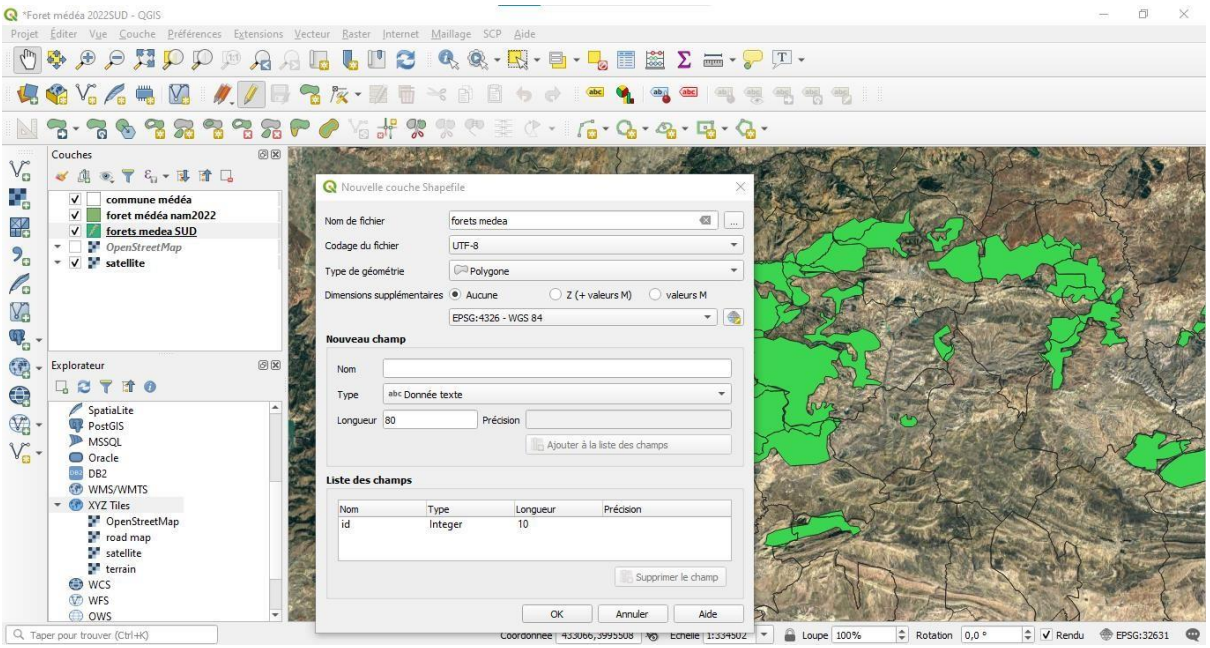
XYZ Tilles –click droit—nouvelle connexion—une boite de dialogue—le nom, l'url de Google et on click ok

2-numérisation des couches d'information

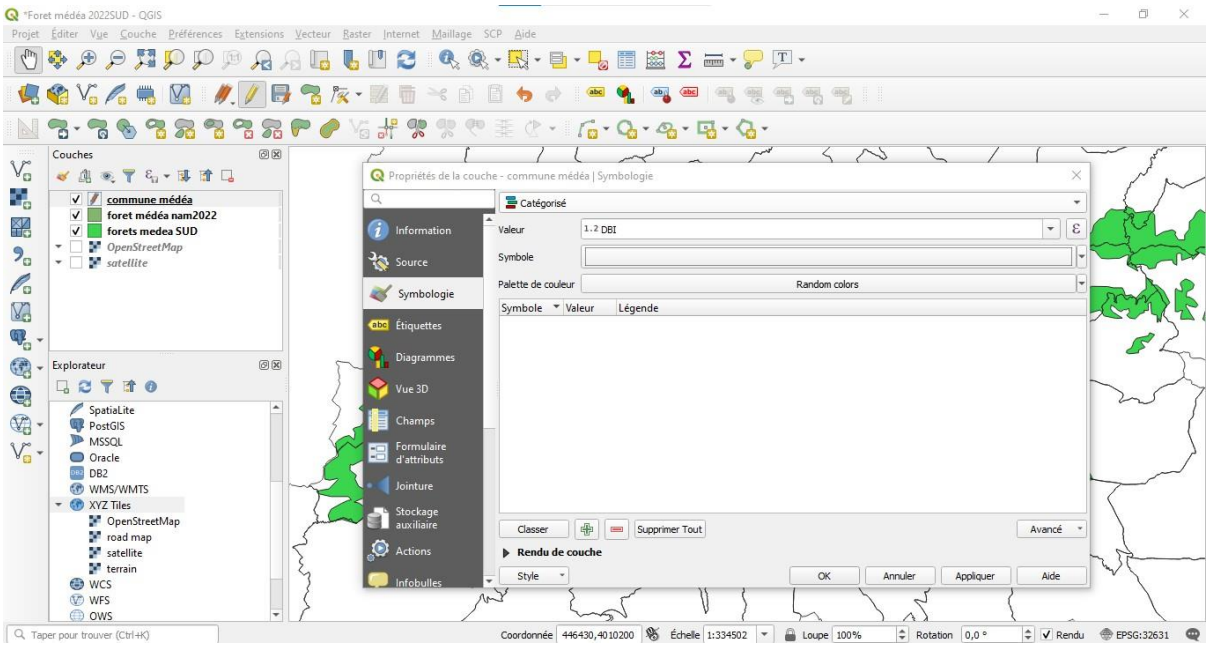
Sur la couche raster de l'image satellitaire Google earth on zoom sur la zone d'étude et commence a insérer les objets tel que les stations échantillonnage



Couche—créer une couche—nouvelle couche Shape file —une boite de dialogue s'ouvre—je remplie le nom de la couche (le code utf-8 type de géométrie point) --clic OK



3-on passe à l'analyse thématique on clic 2 fois sur la couche Médéa grille ou bien avec un clic droit de la souris on cherche de la propriété de l'image—une boite de dialogue s'ouvre on clic sur symbole on choisit catégorisé la valeur de l'objet cible et on clic sur classer puis OK



4- mise en page et réalisation de la carte :

Clic sur projet –nouvelle mise en page—nom de la mise en page—OK

On rajoute des objets (images, échelle, et flèche du nord).

CHAPITRE V

V-1 : Analyses des feux des forets de la wilaya de Médéa :

V-1-1- Evolution annuelle des superficies de forêts sud de la wilaya :

L'analyse du foret des deux groupements rencontré dans la zone d'étude (Fig.11) fait apparaitre une très grande superficie.

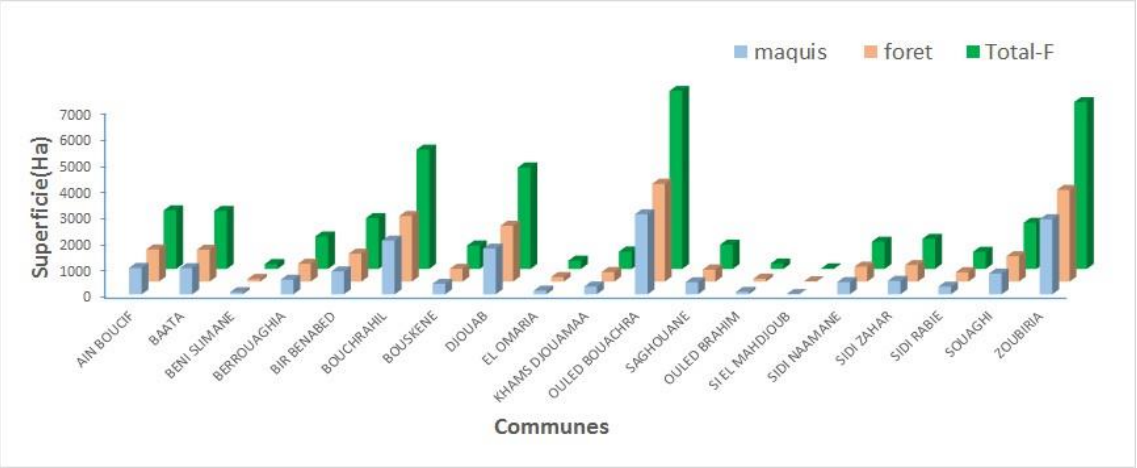


Fig.11 : Variations des forets par commune.

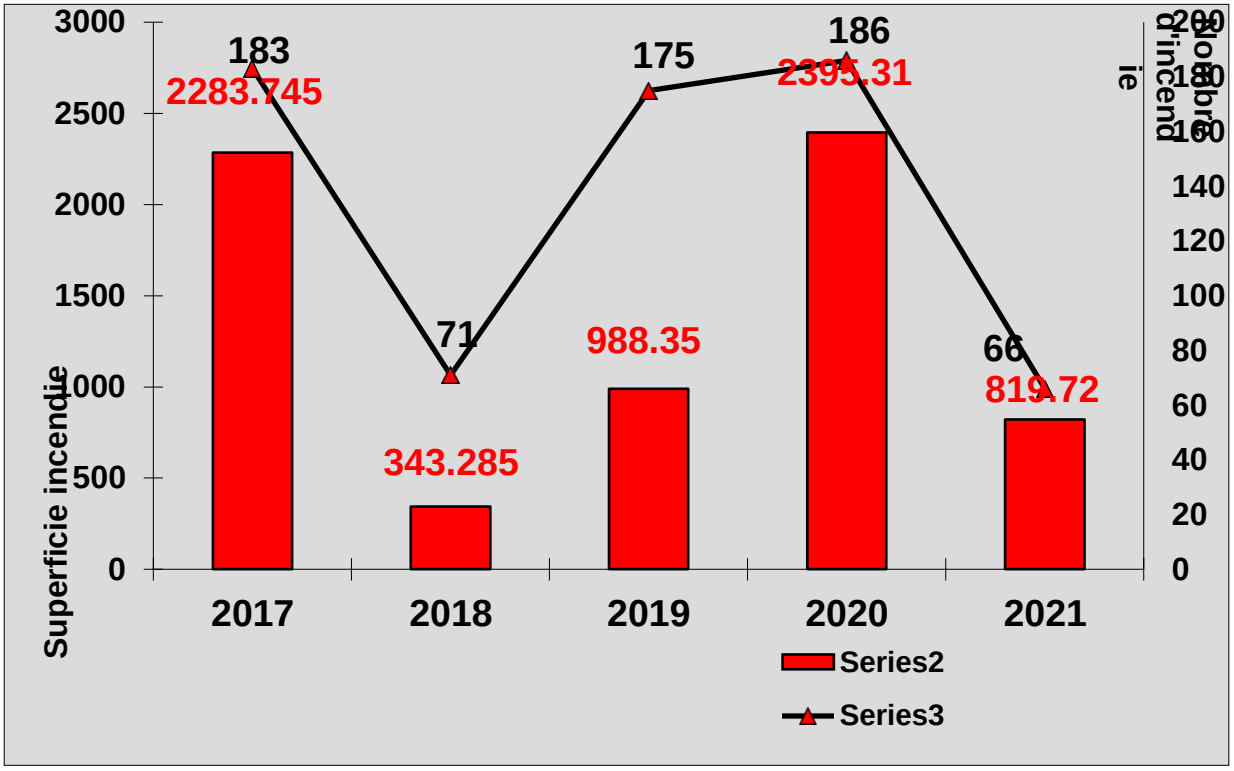
La comparaison des groupements forestières entre eux fait apparaitre que Les massifs Zoubairia, Ouled Bouachra, occupe une grande superficie, en deuxième position de moyenne superficie Souaghi, Sidi Zahar, Sidi Naamane, Saghouane, Bousken, Bir Benabed, Berrouaghia , Baata, Ain Boucif. Et les petites superficie sont les massifs Ouled brahim , Si elmahdjoub, Khams djouamaa, El oumaria, Beni slimane,.

V-1-2- : Evolution annuelle des nombres d'incendies et des superficies brulées de la wilaya :

Le nombre de feux pour la période (2017-2021) est de 681 feux au total, qui ont parcouru une superficie forestiers totale de 6830,41 ha. Ce qui correspond à une moyenne annuelle de 145 feux et 1012,22 ha de surface brulée.

Le nombre des incendies varie suivant les années, entre un minimum de 66 de feux en 2021 et un maximum de 186 en 2020. Pour les superficies parcourues par le feu le maximum est de 2395,31 ha en 2020, et le minimum de 343,285 ha en 2018.

fig.12 : bilan des incendies de forets durant les cinq dernières années.



V-2 : Évaluation du degré de base du danger des forêts de la wilaya de Médéa :

V-2- 1-Calcul du degré de base de risque :

On le déterminera par l'expression suivante : Db =Fi x **Ci** x Mi

V-2- 1-1 Indice de risque :

$$F_I = \frac{1}{a} \sum_{1}^{a} n_i$$

Fi= 1/5 ∑ **(92+32+73+86+73)**

Fi= 1/5 (356)

Fi= 71,2

V-2- 1-2 Indice de causalité :

$$c_i = \frac{1}{a} \sum_{1}^{a} \frac{1}{n_i} \sum_{i}^{c} cn_{ic}$$

Ci= 1/5 ∑ 1/356 (5 (92+32+73+86+73)

Ci= 1

V-2- 1-3 Indice de combustibilité :

$$M_i = \frac{1}{S_f} \sum_{i}^{e} m S_{fm}$$

Mi= 1/62580,3 (5(44229,8) + (10(18350.5))

Mi= 6.47

V-2- 1-4 degré de base de risque :

Db =Fi x **Ci** x Mi

Db = 71.2 x 1 x 6.47

Db = 460.664

Tab.11 : Répartitions annuelle des nombres d'incendie et la superficie forestière du massif forestier sud .

COMMUNE	Nbr Inc 2017	Nbr Inc 2018	Nbr Inc 2019	Nbr Inc 2020	Nbr Inc 2021	foret		maquis		NbrInc		IRQ		ICM		DB	
						mean	se (mean)	mean	se (mean)	mean	se (mean)	mean	se (mean)	mean	se (mean)	mean	se (mea)
AIN BOUCIF	2	0	2	4	4	1065.710526	111.385388089	876.368421	90.896546356	3.747368	0.477481359	3.747368	0.314761297	7.263346	0.005753429	28.243025	2.363944719
BAATA	13	2	19	17	0												
BENI SLIMANE	3	1	1	1	3												
BERROUAGHIA	1	2	2	12	12												
BIR BENABED	0	0	0	1	1												
BOUCHRAHIL	5	0	5	3	1												
BOUSKENE	2	0	1	0	1												
DJOUAB	4	3	2	5	1												
EL OMARIA	1	8	3	13	17												
KHAMS DJOUAMAA	0	0	1	0	0												
OULED BOUACHRA	17	0	2	4	1												
SAGHOUANE	7	8	8	7	1												
OULED BRAHIM	1	1	0	0	1												
SI EL MAHDJOUB	10	2	11	7	15												
SIDI NAAMANE	8	2	8	3	6												
SIDI ZAHAR	1	0	0	0	1												
SIDI RABIE	1	1	0	2	0												
SOUAGHI	3	2	2	1	7												
ZOUBIRIA	13	0	6	6	1												
TOTAL	92	32	73	86	73	**Tot mean**		**1942.078947**				**Tot se ma**		**202.270900157**			

V-3- Evaluation d'indice de risque :

L'exploitation des statistiques sur les fréquences d'incendies, pour la période 2017-2021 fait ressortir les résultats suivants (Figure13) .

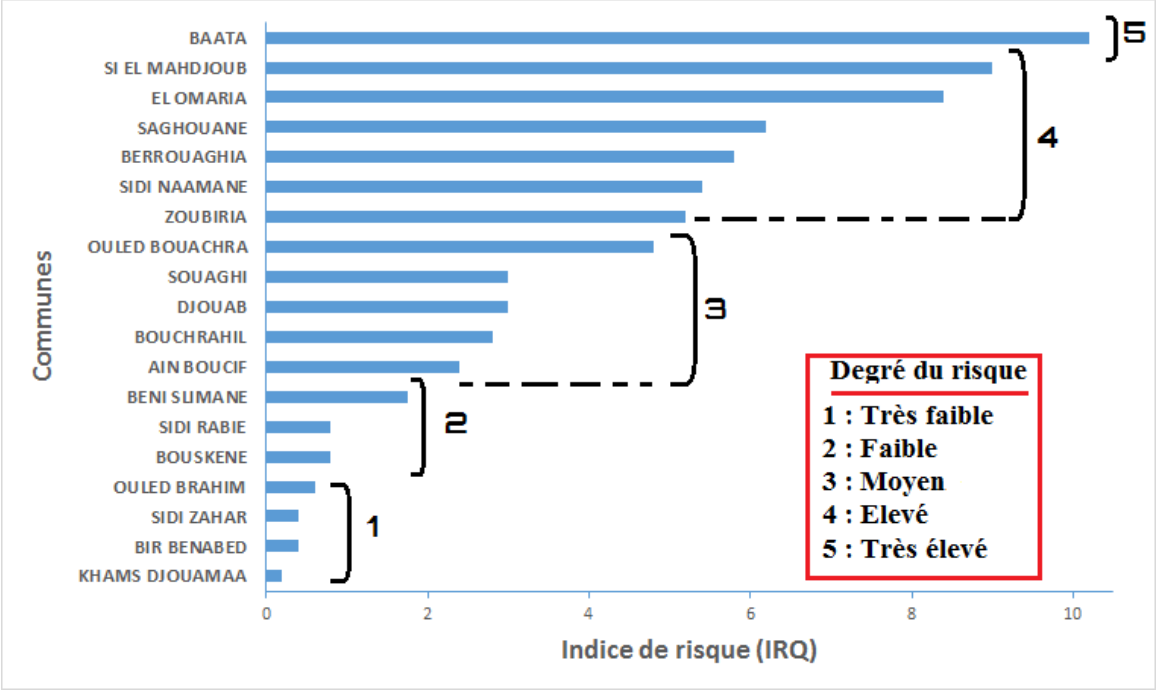


Fig.13 : Indice et degré de risque pour les massifs forestiers de sud de la wilaya de Médéa.

L'indice de risque est très élevé pour tous le massif forestier Baata . Il accuse une valeur de 10 (dont le nombre des feux enregistrés est de 51), pour les massifs forestiers : Si el mahdjoub, El oumaria, Saghouane, Berrouaghia, Sidi naamane, Zoubairia, il s'affiche une valeur de 5-10 avec un nombre des feux 200. Pour les massifs : Ouled Bouachra, Souaghi, Djouab, Bouchrahile, et Ain Boucif de chiffre 2-5 de nombre d'incendie 80. En ce qui concerne les forets Beni Slimane, Sidi Rabie, Bouske de 1-2 de 17 incendies, et les massifs : Ouled Brahim, Sidi Zahar, Bir Benabed, Khams Djouamaa de valeur inférieur à 1 de 8 incendie.

Les massifs forestiers occupant la chaine montagneuse du sud de la wilaya sont plus touchés par les feux. Cela est une surface important lié à la forte densité des populations, localisées autours et à l'intérieur des massifs forestiers, et à la complexité des opérations des préventions et de lutte, en raison du relief très accidentés et de l'insuffisance des accès qui caractérisent cette zone fortement boisée.

V-4-Evaluation de degré de base de danger (Db) :

Dans le tableau (12), nous récapitulons les valeurs obtenues pour les différents indices (Fi,Ci, Mi), qui permettent d'évaluer le degré de base du danger pour les massifs Forestiers étudies :

Tab.12 : Variation du degré de base du risque d'incendies.

PARAMETRES	MEAN	SE (MEAN)
DB	28.243025	2.363944719
foret	1065.710526	111.385388089
ICM	7.263346	0.005753429
IRQ	3.747368	0.314761297
maquis	876.368421	90.896546356
NbrInc	3.747368	0.477481359
TOTAL.F	**1942.078947**	**202.270900157**

Tab.12 : Variation du degré de base du risque d'incendies.

Nous pouvons constater que les massifs 28.243 avec degré de base respectivement présentent un degré de base très élevés.

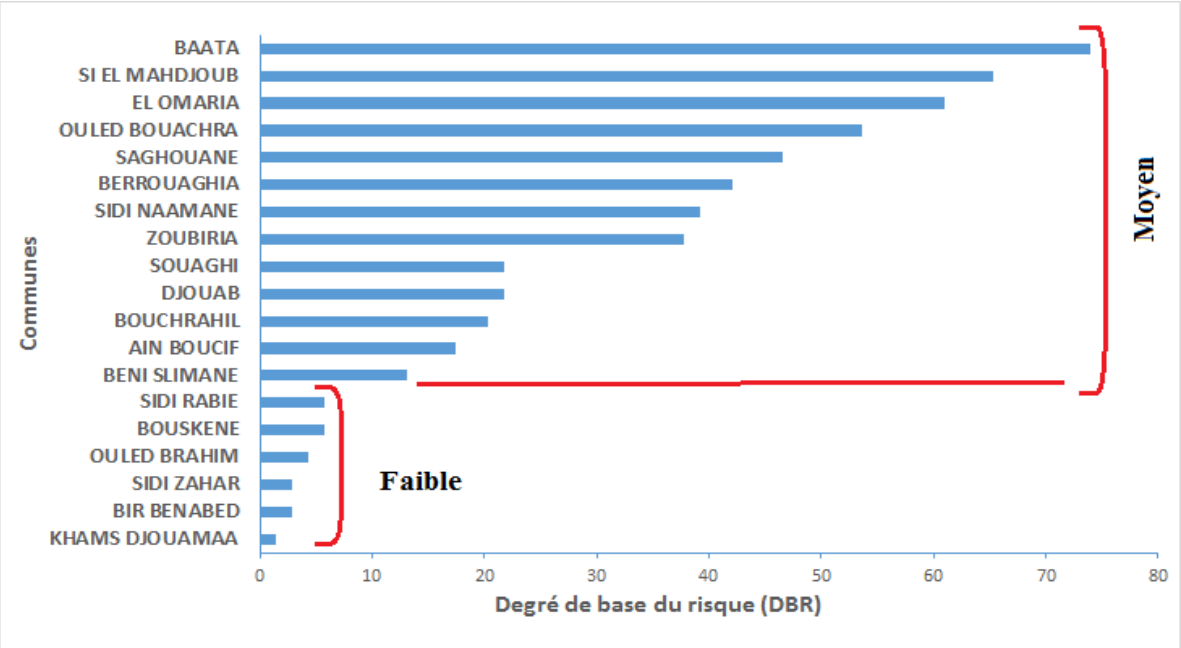


Fig.14 : Variation du degré de base du risque d'incendies.

V-5-Variations spatio-temporelles de nombre d'incendie :

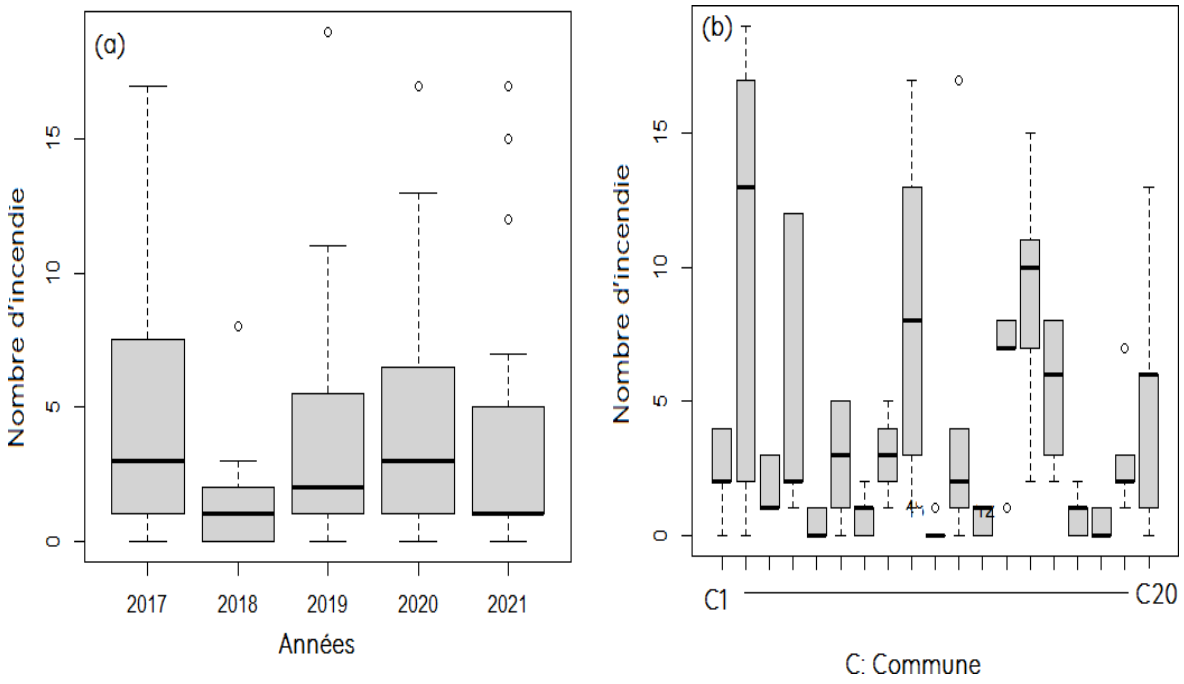


Fig.15 : variation spatio-temporelle de nombre d'incendie

Nous allons tenter dans les lignes qui suivent d'analyser l'évolution temporelle des feux de forêts, à l'échelle décennale et annuelle, afin de déceler les tendances générales de cette évolution et en particulier de mettre en évidence s'il y a ou non aggravation des feux de forêts, notamment lors des cinqs dernières années **.**

La figure 15 représente une série chronologique de 5 ans des superficies brulées. Au cours des cinq année, l'évolution annuelle révèle la variabilité de feux de forêt et surtout l'existence d'année 2017,2019 et 2020, par contre les année 2018 et 2021 très faibles nombre d'incendie.

Nous pouvons que les communes Baata, Berrouaghie, El oumaria, Si el mahdjoub, Sidi naamane, Zoubairia ont été totalement parcourue par les incendies pendant cet intervalle de temps , et pour les autres communes Ain boucif, Beni slimane, Bir benabed, Bouchrahile, Bousken, Khams djouamaa, Ouled bouachra, Saghouane, Ouled brahim, Sidi zahar, Sidi rabie et Souaghi sont de faible nombre d'incendie.

Shapiro-Wilk normality test ; p-value = 6.089e-11

Kruskal-Wallis : années p-value = 0.1468 commune p-value = 0.0001302

La valeur de p est supérieure au seuil de signification, en conclure que toutes les médianes de population ne sont pas égales. Par contre les communes, il y a une déférence significative.

V-6- Relation entre les variables incendie et climat :

Tab.13 : Matrice de corrélation.

Paramètres	DB	foret	HR	ICM	IRQ	maquis	NbrInc	PP	Tm	V
DB	1.0000	0.1787	0.0000	0.1890	0.9832	0.1832	0.6481	0.0000	0.0000	0.0000
foret	0.1787	1.0000	0.0000	-0.1351	0.0770	0.9998	0.0508	0.0000	0.0000	0.0000
HR	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.2109	0.9235	-0.9145	-0.1959
ICM	0.1890	-0.1351	0.0000	1.0000	0.1908	-0.1143	0.1258	0.0000	0.0000	0.0000
IRQ	0.9832	0.0770	0.0000	0.1908	1.0000	0.0812	0.6592	0.0000	0.0000	0.0000
maquis	0.1832	0.9998	0.0000	-0.1143	0.0812	1.0000	0.0535	0.0000	0.0000	0.0000
NbrInc	0.6481	0.0508	-0.2109	0.1258	0.6592	0.0535	1.0000	-0.2006	0.1771	0.0122
PP	0.0000	0.0000	0.9235	0.0000	0.0000	0.0000	-0.2006	1.0000	-0.8406	-0.4479
Tm	0.0000	0.0000	-0.9145	0.0000	0.0000	0.0000	0.1771	-0.8406	1.0000	0.4462
V	0.0000	0.0000	-0.1959	0.0000	0.0000	0.0000	0.0122	-0.4479	0.4462	1.0000
		Très Fort			Fort			Moyen		

Une relation linéaire positive existe entre les variable DB et IRQ, Foret et Maquis, HR et PP, V et Tm, NbrInc et DB, NbrInc et IRQ . Pour ces paires les coefficients de corrélation sont les suivants :

- Degré de base et indice de risque : 0.9832
- Foret et Maquis : 0.9998
- Humidité relative et Précipitation : 0.9235
- Vent et Température : 0.4462
- Nombre d'incendie et Degré de base : 0.6481
- Nombre d'incendie et indice de risque :0.6592

Une relation linéaire négative existe pour les paires suivantes :

- Humidité relative et Température : -0.9145
- Précipitation et Température : -0.8406

- Précipitation et Température : -0.4479

V-7-1- Analyse en composantes principales en fonction de la variabilité annuelle :

Nous pouvons constater que les points V, Tm, et NbrInc sont très proche du cercle de corrélation et donc très bien représentés sur le mapping. L'angle plutôt fermé que les points Tm et NbrInc indiquent que ces 2 variables sont assez bien corrélées entre elle. En revanche l'angle quasi droit formé par Tm et V indique que ces 2 variables sont indépendantes entre elles. Le fait que Tm soit proche de l'axe 1 indique qu'il est très bien représenté par cet axe. Comme il très éloigné de l'axe 2, on peut conclure qu'il est peu représenté par cet axe.

En ce concerne l'axe -1, le point PP est très bien corrélé avec l'axe. Le point HR est également mais dans une moindre mesure. Ainsi que les points DB, Foret, Maquis, ICM, IRQ sont très éloigné du cercle de corrélation et donc dissimules sur le mapping.

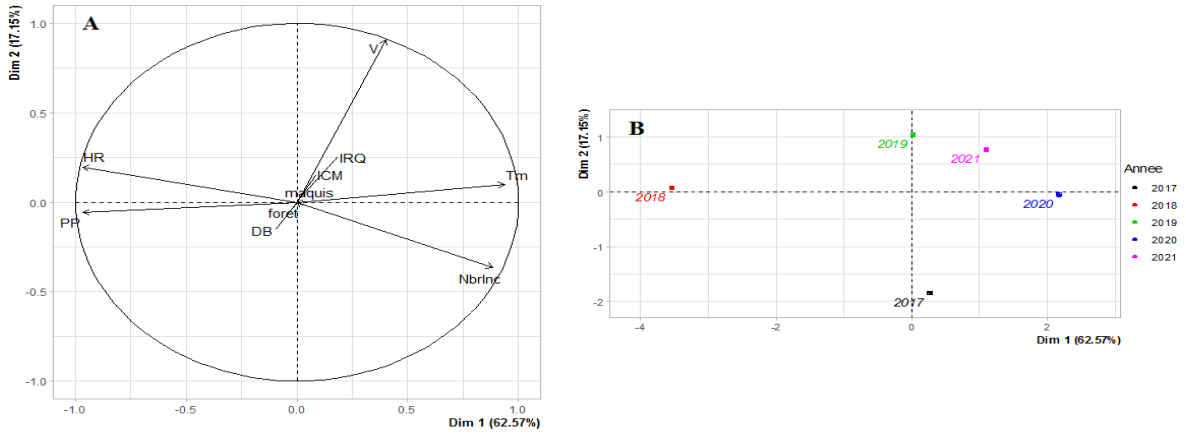


Fig.16: Analyse en composantes principales annuelle .

V-7-2- Analyse en composantes principales en fonction de la variabilité spatio-temporelle :

Nous pouvons dire que les points : DB, PP, NbrInc, Tm, HR sont très proche du cercle de corrélations et donc très bien représentes. L'angle plutôt fermé que les points DB, IRQ et NbrInc et indiquent que ces trois variables sont assez bien corrélées entre elle. En revanche l'angle quasi droit formé par Tm et V indique que ces deux variables sont indépendantes entre elles.

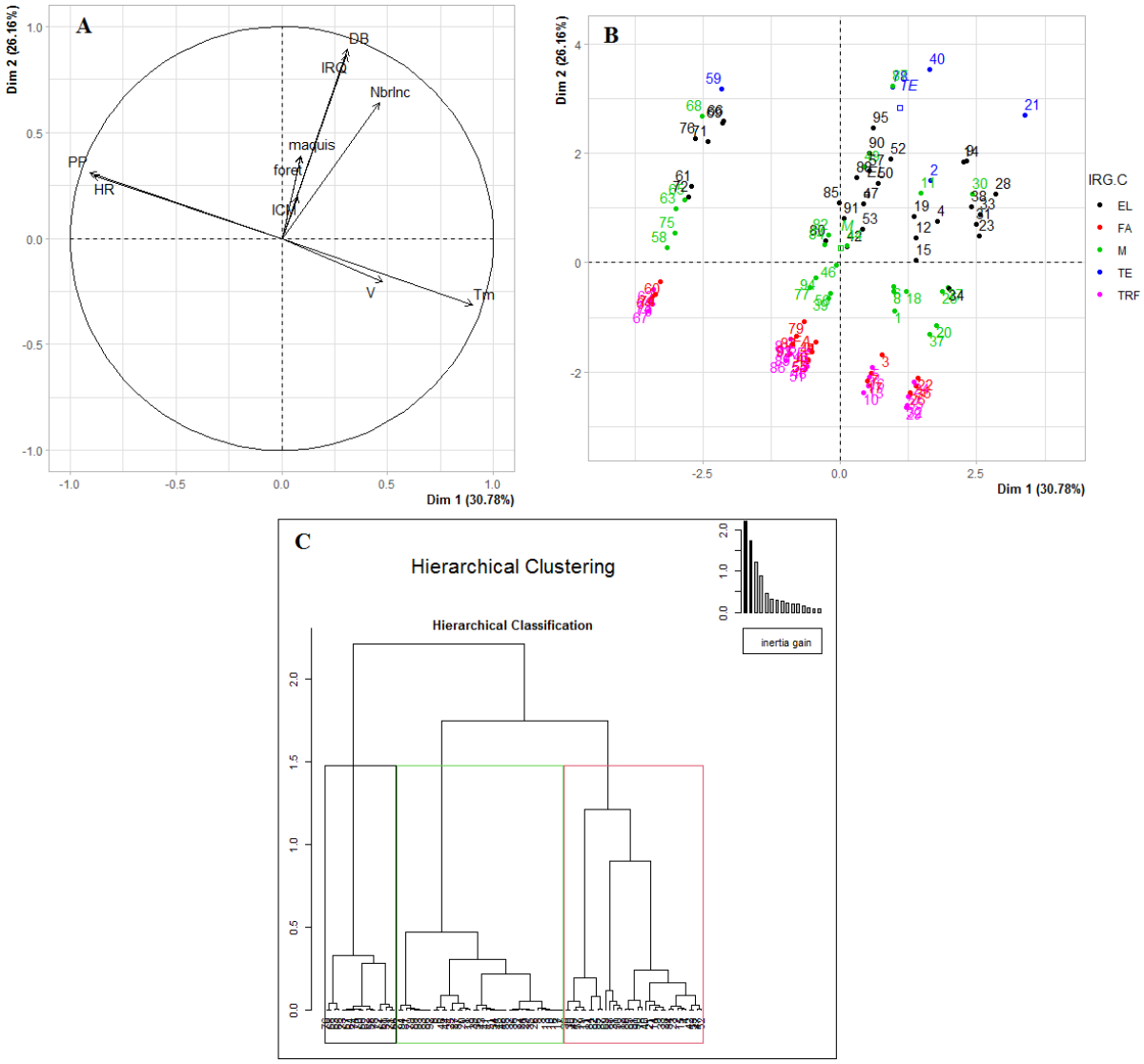
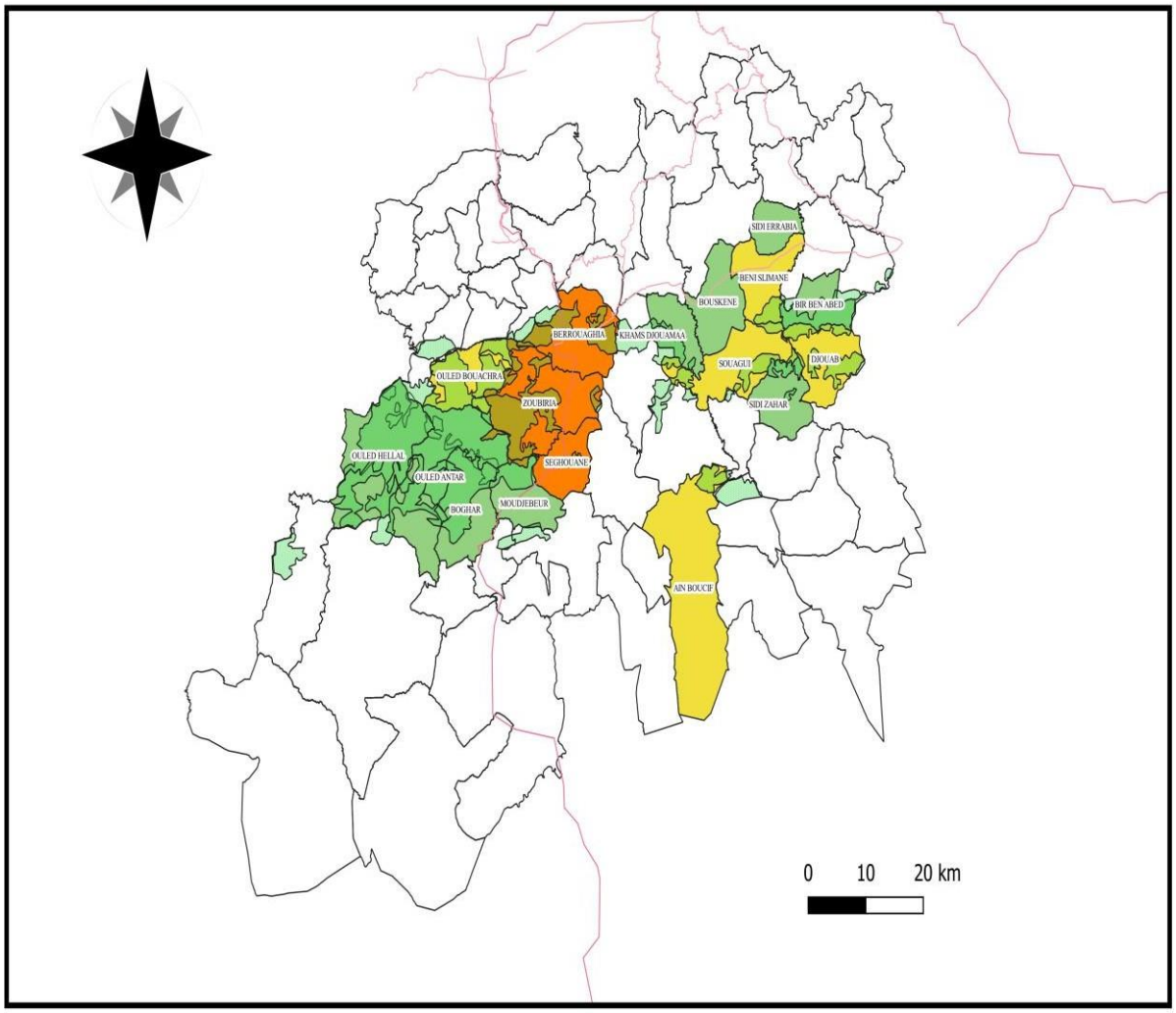


Fig.17 : Analyse en composantes principales spatio-temporelles.

Ces résultats nous a permis d'élaborer la carte de sensibilité des forêts aux incendies de la wilaya de Médéa. La couleur orange représente les forêts sensibles aux feux et la couleur jaune traduit les forêts moyennement sensibles aux feux, et la couleur vert traduit faible sensibilité (carte de risque d'incendie des forets Sud de Médéa)

Carte du risque d'incendie des forets SUD de médéa



CONCLUSION GENERALE

Le patrimoine forestier, qui constitue notre zone d'étude, future aire protégée, subit des effets de la dégradation, eu égard de sa composition floristique en espèces inflammables et de climat sec et chaud en été favorise l'éclosion des feux de forêt. Ce dernier engendre des pertes forestières immédiates. D'où la nécessité de préserver ce patrimoine et de le protéger.

Ce déclenchement important des feux dans la zone d'étude est influencé en particulier par les reliefs de la région. La morphologie de ces zones sont caractérisées par la raideur de la pente dans la majorité de l'espace et une exposition Sud dominante qui influence sur la végétation par l'ensoleillement conduit à l'élévation de l'évapotranspiration des végétations.

Durant la période 2017-2021, 301 foyers déclarés et 1676,42 ha de superficie incendiés. L'analyse du bilan des feux de forêts dans le sud la wilaya de Médéa montre que tous les massifs forestiers sous un risque très élevé.

Le danger des incendies de forêts dans la Wilaya de Médéa et à l'instar des autres Wilaya demeure important. La lutte contre ce fléau nécessite des plans d'aménagement basés sur le plan de prévention des risques d'incendies qui lui-même repose sur des cartes de sensibilité aux incendies de forêts :

-Améliorer la prévention par L'information et la sensibilisation du public et surtout les jeunes par la compagne de lutte contre les incendies, les conférences et les émissions radios et télévisées (masses médias) …etc.
-Lutter contre le déboisement anarchique, l'exploitation illégale,
□□Placer un plan d'aménagement forestier pour une gestion garantie rationnelle et durable pour les ressources forestières.
□□Intensification des patrouilles de surveillance par des brigades mobiles et les gardes forestiers doit être prévue particulièrement en été.
□□Les travaux préventifs consistent à l'aménagement des pistes, tranchées par feux, points d'eau , postes vigies, les panneaux d'affiche feu de forêt, assainissement de forêts, débroussaillement des routes, chemins de fer ... etc.
□□Reboisement des maquis dégradés et une sylviculture anti-incendie par plantation des Espèces modérément ou peu inflammables
□□Intégration des avions anti-incendie (les avions bombardier d'eau (ABE)).

REFERENCE BIBILIOGRAPHIQUE

▪ **ABDELGHAFOUR H., 1974** - Le développement de la forêt algérienne par le reboisement et son insertion dans l'économie nationale. Mémoire : Université Montpellier84 p.

Abdelguerfi, 2003a – Perspective d'avenir de la jachère pâturé dans les zones céréalières semi-aride. Fourage184, 533- 546.

▪ **ALEXANDRIAN D., 1982-** Estimation de l'inflammabilité et de la combustibilité de la végétation.Bulletin d'information du CEMAGREF n°228 janvier 1982 p(31-39)

▪ **Arfa A., 2003.** Les incendies de forêts dans l'extrême Nord-Est algérien : cas des wilayas de Skikda ,Annaba et Tarf, période 1990-2000. Méming d'Etat. Univ Constantine. 82p.

▪ **Arianoutsou M., 1999**. Aspects of demogpraphy in post-fire mediterranean plant communities of Greece. Ecological studies 136. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg.273 – 295.

▪ **AUBERT G., 1991**-Effet de l'incendie sur les sols forestiers. Symposium « la forêtcarbonisée, son présent, son futurs ». Revue « les cahiers du conservatoire du littoral »n°2. Forêt méditerranéenne : vivre avec le feu ?.

▪ **BABBITT, B. (1999)**. Pour faire la paix avec des incendies de forêt, forêt méditerranéenne, XX, 3,pp.120-125.

▪ **BARBERO M. & QUEZEL P., 1989**- Structure, architecture forestière à sclérophylles etprévention des incendies. Bull. Ecol. ; 20(1), pp7-14.

▪ **BARBERO M., QUEZEL P. & RIVAS-MARTINEZ S., 1981**- Contribution à l'étude des groupements forestiers et pré forestier du Maroc. Phytoécologia, 9, 3, pp 311-412

▪ **BARBÉRO M., QUEZEL P. & LOISEL R., 1974**- Problèmes posés par l'interprétation phytosociologique des Quecusillicis et des Querceteapubescentis. Coll. Inst. CNRS «Laflore du bassin méditerranéen», 235, pp 481-497.

▪ **BARBERO.**M et al., 1988 : Perturbation et incendies en région méditerranéenne Française , Univ d'Aix –Marseille III p 409-4.

▪ **BARROWS J.** S ; 1951 : Fire behaviour in Northen Rocky Mountain Forest Station paper 29. Missoula ,MT : US. Departement of agriculture , forest Service , Northen Rocky Mountain forest and Range Experiment station .134.p.P.D.F.

- **BELKAID, H.;2016 :** Analyse spatiale et environnementale du risque d'incendie de forêt en Algérie Cas de la Kabylie maritime,thése de Doctorat, l'Université de Nice – Sophia Antipolis, Pp16-38.France.(consulté le 27/04/2016).
- **Bensouiah ,2004** – Politique forestière et lutte contre la désertification en Algérie : du barrage vert au PNDA n°3, pp. 191 198.

- **BORNET.**V ET TATONI.T ,2003 : Analyse spatiale et fonctionnelle de la réponse de la végétation après incendies en basse Provence calcaire. Les travaux du GIS « Incendie de forêt » Revenue FORET MEDITERRANE t.XXIU, n°4.18p (385-402).
- **Boudy P, 1955 -** Economie forestière Nord africaine T : 4. description forestière de l'Algérie et de la Tunisie Ed. Larose, 453p
- **BOUSMAL, Z, EZZEDAMI, H.2018 :** Cartographie du risque d'incendie de forêt dans la région de Ténès, Chlef , Mémoire de Master ,Université Djilali Bounaama ,Khemis Meliana ,Pp3-29,Algérie.
- **BROWN S et LUGO AE., 1982-**The storage and production of organic matter intropical forests and their role in the global carbon cycle. Biotropica, 14, p(161-187).
- **Carbonell G., Dusserre G. &Sauvagnargues S., 2004.** Embrasement généraliséeclair en feu de forêt. Le sage Lieutenant-colonel J.P. Monet .
- **Colin P.Y., Jappiot M., Mariel A., Lampin C. &Veillon S., 2001.** Protection des forêts contre l'incendie. Edit. FAO/C.E.M.A.G.R.E.F. Cahier FAO Conservationn°36. 149 p.
- **Circonscription des forets de Médéa , Beni Slimane , Berrouaghia , Ain Boucif :** Les bilans d'incendies 2017-2021 .p76
- **D.G.F, 2005** - Superficies, potentialités, et bilan d'incendies des forêts algériennes.
- **DAHMANI M., 1997-** Diversité biologique et phytogéographique des chênaies vertes d'Algérie. EcologiaMediterranea. XXII (3/4) : 19-38.
- **DAVIES S.J et UNAM L., 1999**-Smoke-haze from the 1997 Indonesian forest fires:effects on pollution levels, local climate, atmospheric CO2 concentrations, and treephotosynthesis. Forest Ecology and Management 124: 137-144.
- **De Luis M., Raventos J., Wiegand T. &Gonzلlez-Hidalgo J.C., 2008**. Temporaland spatial differentiation in seedling emergence may promote species coexistence in Mediterranean fire-prone ecosystems. Ecography., 31: 620 – 629.
- **DELABRAZE P** et **VALETTE JC., 1974-**Inflammabilité et combustibilité de la végétation forestière méditerranéenne. Revue forestière française n° spécial.
- **DELAVEAUD P., 1981-**le feu, outil sylvicole ? Utilisation pratique des données de combustibilité. Mémoire de troisième. ENITEF-INRA. Document interne PIF8105;91p.
- **DHIF, M et DAHMANI, N;2018:**contribution à l'élaboration de la carte du degré de base d'incendie de forêt de la wilaya de Médéa), Mémoire de Master Enécologie (université deYahya Farés Médéa.).Pp11-20, Algérie.
- **F.A.O 2010** Food and Agriculture Organisation of the United Nations

- **F.A.O., 2006** - Food and Agriculture Organisation, l'Etude Prospective du Secteur Forestier en
  Afrique (connue sous le sigle FOSA), 21p.
- **FAO., 2000**- Etude prospective du secteur forestier en Afrique (FOSA) : Algérie. FAO, Rome, 50p.
- **FAO, 1999**- L'Etude prospective du secteur forestier en Afrique. Rapport FAO, FOSA, 60 p
- **FERKA, Z. (2006).** Mémoire, Impact de l'occupation spatio-temporelle des espaces sur la conservation de l'écosystème forestier. Cas de la commune de Tessala, wilaya de Sidi bel Abbes, Algérie)
- **Frederic J**., **1992**. Modélisation du comportement du feu, influence de la pente et de la charge d'une litière d'aiguilles de pin maritime., Document PIF9205. Avignon. 29p.
- **GAUTHIER S.** et **al,2001 :** Les perturbations naturelles et la diversité écosystémique le naturaliste Candien ; Vol 125 n°3.8p.P.D.F.
- **GUENON R.**, 2010 : Vulnérabilités des sols méditerranéens aux incendies récurrents et restauration de leurs qualités chimiques et microbiologiques par l'apport de compost. Thèse de Doctorat. Université Paul Cézanne Aix-Marseille .2018+Ann .P.D.F.
- **HICHAME,M.A (2013).** Apport de la géomantique dans la protection des forêts contre les incendies (cas la forêt Fenouane Ain el Hdjar, Saida). Master en écologie et environnement. UNIVERSITE ABOUBEKR BELKAID TLEMCEN. http://www.ucinmed.org/web/2007/documentos/Background_Forest_Fires.P.D.F.
- **JAPPIOT M., BLANCHI R et ALEXANDRE D., 2002**-Cartographie du risque : recherche méthodologique pour la mise en adéquation des besoins, des données et des méthodes. Cemagref, ENSMP-ARMINES, agence MTDA, colloque de restitution des travaux de recherche du SIG incendies de forêt, 4 Décembre 2002, Marseille (France)
- **Keeley J.E., 2009**. Fire intensity, fire severity and burn severity : a brief review and suggested usage. Int. J. Wildland Fire., 18: 116 - 126.
- **KHADER M., et** al .**(2009)** . Etude du risque incendie à l'aide de la géomantique : cas de la forêt de Nesmouth (Mascara),Rev. Mediterranea, Epoca II N°20, 39p.
- **Khalid F., 2008.** Contribution à l'élaboration d'un plan de prévention des risques incendie de forêt. Thèse Magister. Univ de Tlemcen, Fac des Sciences, département de forêt. Algérie, 162 p.
- **KINNARD M.F et O'BRIEN T.G., 1998**-ecological effects of wildfire on lowand rain forest in Sumarta. Conservation Biology, 12(5),pp : 954-956.

- **Le Houerou H.N. 1968** - La sédentarisation du Sahara Septentrional et des steppes limitrophes (Libye, Tunisie, Algérie), in Annales Algériennes de Géographie, décembre.
- **LOPEZ. F et al., 1996. –**Erosion, désertification et aménagement et aménagement du territoire dans les milieux semi-aride de la méditerranées, univ Murcie (Espagne). p 213-232.
- **Louni Djalil :** (1994) : « Les forets Algérienne » Foret méditerranéenne .
- **M.T.F., 1973**. Manuel de lutte contre les feux de forêts. Ministère des Terres et Forêts. Pierre Lefebvre. Québec. Canada. Inc. Sillery. 437p.
- **Meddour. O., 2014** : Les feux de forêt en Algérie ; Analyse de risque, étude des causes, évaluation du dispositif de défense et des politiques des gestions. Thèse de doctorat en foresterie. Univ Tizi Ouzou. 295p.
- **MEGREROUCHE R.**, 2006 : Sensibilité de la végétation forestière aux incendies, cas de la forêt domaniale de Chettabah -Ain Semara -Constatine 120p+ann.P.D.F.
- **METRO A., 1975-**Dictionnaire forestier multilingue. Edition conseil international de la langue française.
- **MOL T., KUCUKOSMANODLU A et BILGILI F., 1997**-forests and fires, XIcongrès forestier mondial, p7.
- **Montero G. & CANELLAS I., 1998** - Salviculturay gestion soslenible de sistemasforestales, Actas de Los PrimerosEncuentosCientificosdel parque Naturalde Penalara, 29-31
- **OUELMOUHOUB, S., 2005** - Gestion multi usage et conservation du patrimoine forestier : cas des subéraies du Parc National d'El Kala (Algérie). Mémoire Master of Science du CIHEAM-IAMM :Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier.129 p.
- **OZENDA P., 1977**- Flore du Sahara. Edit. du CNRS. 625p
- **Pierre Quézel ; Frédéric Médial ,** livre : Ecologie et biogéographie des forêts du bassin Méditerranéen ; 577 ;3 Qué./3.
- **Pignatti ;S. ;1998 .** Iboschi d'Italia. Sciencologia e biodiversité . UTET , Torino, XVI.
- **PNR, (1999)** : Plan national de reboisement, Alger. DGF. 94p.
- **QUEZEL P. & SANTA S., 1962, 1963**- Nouvelles flores de l'Algérie et des régions méridionales. CNRS. Paris, 1700p
- **Quézel P. &Barbero M., 1990** - Les forêts méditerranéennes, problème posés par leur signification historique, écologique et leur conservation. Acta botanicaMalacitana, n°15, pp 145-178.

- **Quézel,Pierre. Médial Frédéric (2003) : «** Que feut-il entendre par forets méditerranéennes » forêt méditerranéenne p 11-13 .
- **RIVAS-MARTINEZ S., 1984**- Etages bioclimatiques secteurs chorologiques et série de végétation de l'Espagne méditerranéennes. Ecol. Med. Vol 8, pp 275-288.
  RIVAS-MARTINEZ S., 1974- Cytisetaliascopario-striati. Ann. Inst. Bot. Cavanilles. 31(I),200p.
- **Seguin B. 1990.** La température de surface d'un couvert végétal et son état hydrique.
  Khalid F., 2008. Contribution à l'élaboration d'un plan de prévention des risquesincendie de forêt.
  Thèse Magister. *Univ*de Tlemcen, *Fac* des Sciences, départementde forêt. Algérie, 162 p. Possibilité d'application à la surveillance des forêts par satellite. Rev. for. Fr. t. XIII,(Sp.): 106-111.
- **SITAYEB, T. (2006).** Application de la géomantique dans l'étude de la dynamique de la végétation dans la plaine de la Macta. Thèse de magistère, centre universitaire de Mascara.
- **TRABAUD L ;1989 :** Les effets du régime des feux :Exemple pris dans le bassin méditerranéen , série séminaire n° ;p 89-94.
- **TRABAUD L., 1976-**Inflammabilité et combustibilité des principales espèces méditerranéennes. Ecologie plantarium, vol.11(2),pp 117-136.
- **Trabaud L., 1979**. Etude du comportement du feu dans la garigue de chêne kermès àpartir des températures et des vitesses de propagations. Ann. SCI. For., pp 13-38.
- **VENNEETIER M.**, 2004 : Incendies de forêt : bilan des connaissances et des besoins pour la recherche et l'action. Revue forêt méditerranéenne t.**XXV,** n°4 4,14 p (323-3337).
- **WWF-IUCN.,2007 :** Forest fires in Mediterraneene.Url (Last checked 4May 2012).