REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE D'ENSEIGNEMENT SUPERIEURET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE Yahia Fares - MEDEA

FACULTE DES SCIENCES

Mémoire de Fin d'Etude

Présenté pour obtenir le diplôme de **Master**

En Ecologie et Environnement

Spécialité : Ecologie

Par :

HAMMOUDI Rabia - LASSAR Ahlem

Thème :

Contribution à l'étude cartographique des risques d'incendies de forêts dans la wilaya de Médéa (Forêt domaniale d'El Berrouaghia)

Soutenue le :14/07/2021, Devant le jury composé de :

MrAIT HAMMOUDA T.	MAA	UYFMédéa	Président
Mme BOUDERBALA R.	MAA	UYF Médéa	Examinateur
Mme KHOUDIR S.	MAA	UYF Médéa	Encadreur
Mme MADANI S.	Inspecteur principal	CFBerrouaghia	Co-Encadreur

Année universitaire 2020/2021

REMERCIEMENT

Avant tout, Nous remercions ALLAH le tout puissant d'avoir nous donnerle courage, la volonté et la patience de mener à terme leprésent travail.

nous souhaitonsremercier notre promotrice de mémoireMadame KHOUDIR Samia qui a accepté

de diriger notre travail et de nous soutenir.

Nous tient à remercier vivement Co-promotrice MADANI Souhila, Inspecteur principal à la Direction Général des Forêts de Berrouaghiaqui a donné un sens à notre travail grâce à ses conseils etSes orientations significatives.

nous remercionsen particulier Monsieur BRAHIMI Yacine , chef de Circonscription des forêts de Berrouaghia, pour m'avoir donné l'occasion extraordinaire de réaliser notre travail de terrain.

Nous tenons à remercier aussi Circonscription de Ain boucif surtouts Ms GHERBOUDJ Abdeldjalilpour tous ses efforts.

Un grand merci également à Mr. AIT HAMMOUDA. T, , Maitre-assistant A l'UYF de Médéa, Qui nous a fait l'honneur de Présider ce jury. Mme BOUDREBALA R, Maitre-assistant A l'UYF de Médéa qu'elle a accepté de participer notre jury en tant qu'examinateur.

J'aimerais exprimer ma gratitude à tous nos professeurs, en particulier ceux de L'écologie, trop nombreux pour les citer,aussi,.nous remercions tous les enseignants qui ont contribué à

notre Formation depuis les études primaires jusqu'au supérieurs

Enfin, tous ceux qui ont contribué à réalisation de ce travail.

DEDICACE

Je dédie cet ouvrage

A mon père et ma mère qui m'a soutenu et encouragé durant ces années d'études.

Qu'ils trouvent ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.

A mon seul frère Abdenour, mes grands-parents et mes sœurs :Kaouther, Aya et ma petite Salma.

Ceux qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail. Ils m'ont chaleureusement supporté et encouragé tout au long de mon parcours.

A toute la famille LASSAR et TALHA, mes proches et à ceux qui me donnent de l'amour et de la vivacité.

A tous mes amis qui m'ont toujours encouragé : Touha, Djaouida , Zahra et sa petite fille Alae ,Safa ,Nourelhouda et Amel

A tous promos d'écologie précisémentBelkacemFethi (رحمه الله واسكنه فسيح جناته)

A tous ceux que j'aime



AHLEM



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mes chers père et mère, à qui j'ai

toujours souhaité assister à cet événement,

BOUCHERIT TAOUS ET HAMOUDI RAMADAN,

(que Dieu ait pitié d'eux), ainsi qu'à mon cher oncle

HAMOUDI ABD EL KADER, qui a encouragé

et soutenu moi tout au long de mes études universitaires.

Rabiaa

RESUME

En Algérie, chaque année plus de 36.000 hectares de forêts sont détruits par les feux.. Depuis Longtemps, le phénomène des incendies et ses effets néfastes sur le milieu naturel et L'environnement, constituent un sérieux problème.

Les données issues des satellites d'observation de la terre associées aux différents types d'informations liées aux feux de forêts intégrées dans un système d'information géographique et de télédétection , se sont avérées comme une option fiable de suivi des urgences, d'identification des zones à risques et de cartographie de l'étendue des feux.

A travers cette étude, nous avons essayé de cartographier les zones à risques d'incendies des forêts à partir d'un suivi multi temporelle des fréquences des incendies de forêts dans le massif forestier de la région d'ElBerrouaghia d'une part, et d'analyser les facteurs su terrain qui sont influencés sur les feux de forêts ,d'autre part. Le résultat de ce travail indique qu'il y a un risque d'incendies en forêt domaniale d'elberrouaghia, d'où la nécessité d'un plan de gestion d'urgence contre les incendies de forêts dans cette commune.

Mots Clés : **Risque d'Incendies, SIG et Télédétection. Massif forestier d'ElBerrouaghia. feux de forêts.**

ABSTRACT

In Algeria, more than 36000 hectares of forests are destroyed by fires every year. For a long time, the phenomenon of fires and its adverse effects on the naturel environment and the environment have been a serious problem.

Earth observation satellite data associated with different types of forest fire-related information integrated into a geographic information and remote sensing system has proven to be a reliable option for emergency tracking, identification of risk areas and mapping of the extent of the fires.

Through this study ,we have tried to map the areas at risk of forest fires from a multi temporal monitoring of the frequencies of forest fires in the forest massif of EL Berrouaghia region on one hand, and to analyze the factors on the ground that are influenced by the forest fires on the other hand. The result of this work indicates that there is a risk of forest fires in the federal forest of El Berrouaghia; hence the need for an emergency management plan against forest fires in this commune.

Keywords: **Fire Risk, GIS and teledetection. El Berrouaghia Forest Massif.Forest fires.**

ملخص

في الجزائر ، يتم تدمير أكثر من 36000 هكتار من الغابات كل عام بسبب الحرائق.وقد ظلت ظاهرة الحرائق وآثارها السلبية على البيئة الطبيعية والبيئة مشكلة خطيرة لفترة طويلة.

أثبتت البيانات المأخوذة من أقمار مراقبة الأرض المرتبطة بأنواع مختلفة من المعلومات المتعلقة بحرائق الغابات المدمجة فينظام المعلومات الجغرافية ونظام الاستشعار عن بعد، أنها خيار موثوق به لرصد حالات الطوارئ، وتحديد مناطق الخطر ورسم خرائط مدى الحرائق.

من خلال هذه الدراسة ، حاولنا رسم خريطة للمناطق المعرضة لخطر حرائق الغابات من خلال رصد زمني متعدد لتكرار حرائق الغابات في كتلة الغابات في منطقة البرواقية من ناحية ، وتحليل العوامل ،على الأرض المتأثرة بحرائق الغابات, من ناحية أخرى. تشير نتائج هذا العمل على وجود خطر اندلاع الحرائق في الغابة الوطنية للبرواقية ، ومن هنا جاءت الحاجة إلى خطة إدارة طارئة ضد حرائق الغابات في هذه البلدية.

.

الكلمات المفتاحية: مخاطر الحريق ، نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. غابة البرواقية . حرائق الغابات.

LISTE DES ABREVIATIONS

ONM : Office National de Météorologie

M : Température maximale des mois les plus chauds.

m : Température minimale des mois les plus froids.

P : Précipitation.

P.S. Période Sèche

P.H. Période Humide

Q2 : Quotient pluviothermique d'emberger.

HPEA : Hiver, Printemps,Eté, Automne,

SIG: Système d'Information Géographique

INC: Inconnu

S.B: Surfaces Brulées

T.P.F : Tranché Pare Feu

CFB : Circonscription des Forêts Berrouaghia

ENVI: Environment for visualising image;

FAO: Food and agriculture organisation

LAND SAT: land satellite;

MNT : modelé numérique de terrain

NDVI : Indice de Végétation par Différence Normalisée.

B.D : Base de Données

S.G.B.D : Système de Gestion de Base de Données

F.D : Forêt Domaniale

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Principales essences des Forêts algériennes 5
Tableau 2: Cantons de forêt d'El-Berrouaghia et leurs superficies 18
Tableau 3: Localisation phytogéographique de la zone d'étude. 18
Tableau 4 : Stations météorologiques des sources des données. 25
Tableau5: Pluviosité moyenne mensuelle et annuelle des stations de référence en mm de 1990 à 2018 26
Tableau 6 : Régimes saisonniers des stations de référence en (mm). 27
Tableau 7 : Moyenne mensuelle des températures minimales, maximales et des températures moyennes annuelles en degré Celsius des stations de référence 29
Tableau 8 : Moyennes mensuelles des vitesses des vents (en m/s) 31
Tableau 9: Humidité relative moyennes (en %) de la station de Médéa. 31
Tableau 10: Evaporation mensuelle (mm) de station de Médéa 31
Tableau 11 : Durée mensuelle de l'insolation totale (en heures) de station de Médéa 32
Tableau 12 : Nombre de jours de gelée de station de Médéa 32
Tableau 13 : Valeurs du « Q2 » et étages bioclimatiques des stations de référence. 34
Tableau 14 : Indices de continentalité thermique et pluvial et le type de climat des stations de référence 37
Tableau 15. Description des images satellitaires utilisées 50
Tableau 16. Superficies des espaces incendiés (2010 à 2020) 67
Tableau17. Localisation des zones répétitivités des feux de forêt dans le massif forestier d'El Berrouaghia 71
Tableau 18 : Pourcentage des formations végétales rencontrées dans la Forêt Domaniale d' El Berrouaghia. 75
Tableau 19 : Effectifs des espèces floristiques de la zone d'étude par famille (F.D.El Berrouaghia) 76
Tableau 20: Tableau récapitulatif l'ensemble de types chorologiques de la zone d'étude. d'ElBerrouaghia 81
Tableau 21 : Tableau récapitulatif l'ensemble de types chorologiques de la zone d'étude. Ouled bouachraa. 82

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Paysages végétaux de bassin méditerranéennes....4
Figure2: Carte des ensembles topographiques de l'Algérie....5
Figure 3 : Triangle du feu....8
Figure 4 : Situation géographique de la zone d'étude....19
Figure 5: Carte géologique d'El-Berrouaghia....21
Figure 6 : Carte des bassins versants de la wilaya de Médéa....24
Figure 7: Pluviosité moyenne mensuelle (mm) des stations de référence....27
Figure 8 : Régimes saisonniers des stations de référence....28
Figure 9: Températures (moyennes, minimales et maximales) mensuelles des stations de référence (en °C)....30
Figure10 : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen....33
Figure 11 :Positionnement des stations de référence sur le Climagramme d'Emberger....35
Figure 12 : Diagramme de l'expression synthétique de la continentalité des stations référence (DAGET, 1977)....37
Figure 13: Processus de télédétection (Centre Canadian de télédétection, 1999)....43
Figure14 : Illustration des principes de télédétection passive....44
Figure 15 : L'onde électromagnétique simple (monochromatique, plane)....45
Figure 16 : Quelques exemples d'application de la télédétection spatiale : carte d'occupation du sol, suivi des conditions atmosphériques, réalisation de Modèles Numériques de Terrain (MNT)....46
Figure17 : Matériel utilisable des sorties sur terrain....48
Figure 18 : Organigramme de la méthodologie du travail....51
Figure 19 : Localisation géographique de la zone d'étude....52
Figure 20 : Composition colorée des images Landsat prisent entre 2010 à 2020....53
Figure 21 : Fichier des limites de la zone d'étude en format EVF....54
Figure 22 : Images Landsat de 2010 à 2020 découpée selon les limites de la zone d'étude....54
Figure 23 : Image de l'NDVI en 2020....56
Figure 24 : Séparabilité entre les classes d'apprentissage (2020)....58
Figure 25 : Positionnement des relevés dans la zone d'étude....59
Figure 26: Photos des sorties sur terrain ; FD d'ElBerrouaghia,....60
Figure 27 : Cartes de la densité de la biomasse végétale entre 2010 à 2020....63
Figure 28 : Carte d'occupation du sol dans le massif forestier d'El Berrouaghia....64

Figure 29 : Cartes des espaces incendiés dans le massif d'El Berrouaghia.....66
Figure 30 : Histogramme des superficies incendiées 67
Figure 31 : Carte des feux et des zones à forts risque d'incendies dans le massif forestier d'El Berrouaghia. 69
Figure 32 : Carte des feux et des zones à forts risque d'incendies dans le massif forestier d'El Berrouaghia avec la zone d'étude. 70
Figure 33 : Carte de la pente en pourcentage dans le massif forestier 72
Figure 34 : Carte d'exposition des versants dans le massif forestier 73
Figure 35 : Formations végétales de la Forêt Domaniale d' El Berrouaghia. 75
Figure 36: Photos d'espèces durant l'échantillonnage au terrain. 78
Figure 37 : Spectre biologique brut de la zone d'étude d'El Berrouaghia 79
Figure38: Spectre biologique brut de la zone d'étude Oled Bouachraa 80
Figure 39 : Spectre chorologiques brut de la zone d'étude d'ElBerrouaghia.....80
Figure 40 : Spectre chorologiques brut de la zone d'étude . Ouled bouachraa.....82
Figure 41:Photos des passages des incendies de Forêt Domaniale d'ElBerrouaghia 83
Figure 42:Activités humaines dans les forêts (pique-nique.barbecue..ect) 84
Figure 43:Traces des pâturages au niveau de la forêt d'El Berrouaghia 84
Figure 44 .Carte des infrastructures de la foret domaniale d'ElBerrouaghia 85
Figure 45 : Photos des sorties sur terrain ; F.D d'El Berrouaghia.....85

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENT
DEDICACE
RESUME
LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION 1

CHAPITRE I : LES INCENDIES DE FORETS EN L'ALGERIE

I.PRESENTATION DE LA FORET MEDITERRANEENNE 3

I.1.1 Aperçu General Sur La Problématique Des Ecosystèmes Forestiers En Algérie 4
I.1.2 Principaux ensembles topographiques 4
I.1.2.1 Régions forestières 5
I.1.2.2 Fonctions écologiques de la forêt 6
I.2 Problématique des écosystèmes forestiers en Algérie 6
I.2.1 Désertification 6
I.2.2 Sécheresse 6
I.2.3 Surpâturage 7
I.2.4 Incendie 7

II.GENERALITE SUR LES INCENDIES DE FORETS 8

II.1 Pyrologie Forestière 8
II.2 Type Des Feux 9
II.3 Causes Des Incendies De Forêts En Algérie 10
II.4 Mécanismes De Propagation 10
II.5 Facteurs Favorables Aux Incendies Des Forêts En Région Méditerranéenne 11
II.5.1 Facteurs Climatiques 11
II.5.2 Facteurs Topographiques 11
II.5.3 Combustible Végétaux 12
II.5.4 Facteurs Socio-Economiques 12
II.6 Risque D'incendie 13
II.6.1 Risque Lie A La Topographie 13
II.6.2 Risque Lie à La Végétation Ou Au Combustible 13

II.6.3 Risque Lie A L'homme 14
II.6.4 Risque Lie à La Météorologie 15

CHAPITRE II : CARACTERISATION DE LA ZONE D'ETUDE

I.Situation géographique 17
I.1. Cadre Régional 17
I.2.Cadre régional de la commune d'El-Berrouaghia 17
I.3. Cadre local de la zone d'étude 17
II. Cadre phytogéographique 18
III. Cadre pédologique 19
III.1. Les rendzines 20
III.2. Les rendzines 20
I.V .Cadre géologique 20
I.V La Stratigraphie 20
I.V Le Trias 20
I.V Le Jurassique 20
I.V Le Crétacé…… ..... ……...……20
I.V Le Sénonien…… .....……21
I.V L'Oligocène…… .....….....21
I.V Le Miocène……..... ……..…21
I.V Le Quaternaire 21
V .Cadre géomorphologique …… ..... ……..……22
V. 1. Le tell montagneux. …….....……...…….22
V.2. Le tell collinéen …… ..... ……..….22
V.3. Les plaines du tell …… ..... ……....22
V.4. Le piémont méridional du tell…… .....……..22
VI. Cadre hydrologique 23
VII Cadre climatique et bioclimatique 24
VII.1. Paramètres climatique 24
1.1. Précipitations 25
1.1.1. Pluviosité moyenne annuelle 26
1.1.2. Pluviosité moyenne mensuelle ..... .26
1.1.3. Régime saisonnier 27

1.2. Température 28
1.2.1. Moyennes des Températures minimales du mois le plus froid « m »..... 29
1.2.2. Moyenne des Températures Maximales du mois le plus chaud « M » 29
1.2.3. Températures moyennes mensuelles et annuelles 29
1.3. Les données complémentaires 30
1.3.1. Le vent 30
1.3.2. L'humidité relative 31
1.3.3. L'évaporation 31
1.3.4. L'insolation 32
1.3.5. La gelée 32
2. Synthèse climatique et bioclimatique ..... .32
2.1. Diagramme Ombrothermique..... 33
2.2. Quotient pluviométrique 33
2.3. Les indices de continentalité 36
2.3.1. L'indice de continentalité pluviométrique d'Angot (1906) 36
2.3.2. L'indice de continentalité thermique de (DAGET 1977) 36
VIII. Cadre biotique 38
1. La flore de la station d'étude Le cadre biotique 38
2. La faune de la station d'étude 38
3. Facteurs socio-économiques 38

CHAPITRE III : CONCEPTS, MATERIELS ET METHDES

I-SIG ET TELEDETECTION 40
I.1.Systéme d'information géographique 40
I.1.1.Définition de SIG 40
I.1.2. Nature des données dans un SIG..... ..40
I.1.3. Rôle de SIG..... 40
I.1.4. Les composantes de SIG..... 41
I.1.5. Base des données..... 41
I.1.6. Domaines application SIG 42
I.2.Télédétection..... 42
I.2.1. Définition 42
I.2.2. Processus de télédétection..... .... ….43
I.2.3. Bases physique de la télédétection..... ..... ….45
I.2.3.1. Le rayonnement électromagnétique..... ….....45

I.2.3.2. Les ondes électromagnétiques..... .....…...45
I.2.3.3. Le spectre électromagnétique.....……..…46
I.2.4.Domaines d'application de la télédétection en Ecologie…… .....……...…46
II. Matériels et Méthodes..... ……...…46
II.1.Materiels utilises..... ....….....46
II.1.1.Pour la Cartographié.....….46
II.1.1.1.Logiciels ....….....46
II.1.2.Pour le travail au terrain …… .....……...…48
II.1.2.1.Outils de prospection…… .....……..…48
II.1.2.2.. Matériel d'herborisation des échantillons ……..... ……..……49
II.1.2.3.. Matériel de traitement des échantillons comporte ....…...49
II.2. Méthodes..... ....…...49
II.2.1 Stage Pratique Sur la Télédétection…… ..... ……..…49
II.2.1.1 Méthodologie et données utilisées…… ..... ……..…50
1. Etude du milieu……..... …….....51
2.1. Traitement des données satellitaires..... ....….52
2.1.1. Composition colorée ....…...52
2.1.2. Extraction de la zone d'étude…….....….....…53
2.2 Détection des mutations de la biomasse végétale (2010 – 2020)…… ... ……...…55
2.2.1 Application des indices de végétation…… ..... ……55
2.2.2 Détection des mutations de la biomasse végétale…….....……..…56
2.3. Cartographie des espaces incendiés…….....…….……56
2.3.1 Classification des images satellitaires du 2010 à 2020…….....…….……56
1. Sélection des échantillons d'apprentissage…….....……57
2. Evaluation de la séparabilité des classes d'apprentissage……..….....……57
2.3.2. Extraction des espaces Incendies de la zone d'étude…….....……58
II.2.2.Travail du terrain ……..……..…….……59
II.2.2.1. Choix des stations …… .....……59
I.2.2.2. Echantillonnage……..…… .....……59
II.2.3.Travail au bureau……..…….....……60
II.2.3.1.Réalisation des relevés ……..…… .....……60
II.2.3.2.Traitement des relevés ……..…….....……60

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSIONS

I-Résultats cartographiques……..... 62
I.1.Réalisation des cartes de densités de la biomasse végétale 62
I.2.Réalisation des cartes d'occupation du sol 64
I.3.Réalisation des espaces incendiées de la zone d'étude 65
I.4.Extraction des espaces Incendies de la zone d'étude 67
I.5.Identification des zones à risque d'incendie de forêts..... …….68
I.6.Caractéristiques morphologiques des zones à fort risques ..... ……..71
II-Résultats du travail terrain ..... ……74
II.1. Analyse des relevées floristiques ..... ……74
I.1.1. Identification des types des formations végétales de la zone d'étude ..... …75
1.3. Richesse floristique..... ….76
2. Types biologiques et Types chorologiques..... …..78
2.1. Spectre biologique brut ..... …..78
2.2. Spectre chorologique brut ……. ..... …..80
III. Analyse des données et des récoltes sur terrain (F.D d'El Berrouaghia)……..... 83
III.1.Passage des incendies sur plusieurs relevés au niveau de F.D d'El Berrouaghia… ... .83
III.2.Les causes des incendies de forêts..... …….84
CONCULUSION GENERALE 87
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE
ANNEXES

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Les incendies de forêts, bien que considérés communément comme un risque naturel, sont, au contraire, largement conditionnés par des facteurs biophysiques et anthropiques, qui en sont les précurseurs. Selon le Forest Fire News, environ 15 millions d'hectares de la forêt mondiale sont incendiés par an.

A l'échelle de la Méditerranée, les estimations des dommages oscillent entre 600 000 et 700 000 ha/an (Jappiot, 2003). Le développement incontrôlé des activités agricoles et touristiques, ainsi que l'utilisation croissante des forêts pour des activités récréatives mettent en danger les vies humaines et les ressources naturelles.(ASSALI.2016).

La télédétection des feux mondiaux indique que l'Afrique est le "centre de feu" de la planète, avec plus de biomasse consommée par le feu que nulle part ailleurs sur la terre [F.A.O, 2007]

L'Algérie est très touchée par les feux de forêts, avec un cumul de 42.555 feux, ayant parcouru 910.640 ha durant la période 1985-2010.

Les feux de forêts ont dramatiquement augmenté pendant les dernières décennies, en raison des problèmes socioéconomiques et des changements climatiques, ces derniers sont à l'origine de la plupart des grands incendies (superficies supérieures à 100 ha) qui représentent 3,2 % des feux en Algérie.(Meddour.2016).

De nombreux travaux réalisés généralement par des universitaires, à titre personnel ou collectif, qui précisent l'aspect cartographique du risque d'incendies des forêts algériennes. A cet égard, l'on doit citer notamment les thèses de MISSOUMI et TADJEROUNI (2003), BOUSMAL et EZZEDAMI (2018), ARFA ,BENDERRADJI,SAINT-GERAND et ALATOU (2019).

L'étude que nous avons menée a pour objectif de faire une analyse de l'évolution des surfaces Incendiées à l'aide d'un Système d'Information Géographique « SIG » et de latélédétection, et l'évaluation de risque d'incendie au niveau de la Forêt Domaniale d'ElBerrouaghia .

Pour ce faire nous avons fait appel à une méthode qui prend en considération cinq paramètres à savoir : type de végétation, pente, exposition, proximité des routes et proximité des habitations.

Notre travail se structure en deux parties, une bibliographique et l'autreexpérimentale, la première est subdivisée en deux chapitres :

Chapitre I : les incendies de forêts en Algérie ;

Chapitre II : Caractérisation de la zone d'étude ;

La seconde partie comprend :

Chapitre III : Concepts, Matériels et Méthodes ;

Chapitre IV : Résultats et Discussion, et enfin, la Conclusion.

CHAPITRE I : LES INCENDIES DE FORTES EN ALGERIE

I. Présentation De La Forêt Méditerranéenne

La forêt méditerranéenne est l'une des plus importante du globe, elle occupe environ 65 millions d'hectares de forêts arborées et 19 millions d'hectares de formation Sub-forestières (Seigue ,1985 in Lopez et al., 1996).

Actuellement, on distingue quatre formations végétales dominantes :

· La Yeuseraie (Chêne vert)

· La subéraie (Chêne liège)

· La chênaie (Chêne blanc ou pubescent)

· Les résineux (Pins, Sapins)

La faible densité de leur feuillage profite ainsi au développement d'un sous-bois arbustif et herbacé, dense et sec, siège de la majorité des départs des feux. En terme d'occupation du sol, la bordure méditerranéenne est soumise à une sécheresse estivale, parfois très prononcée et durable, juste pendant la période où les plantes ont le plus besoin d'eau. Phénomène moins connu, les hivers, parfois assez peu arrosés en montagne, sont aussi la période où se déclenchent des incendies, particulièrement à la fin de la saison, quand l'herbe a gelé, ce qui l'a déshydraté, et favorise les départs de feu. Dans les régions où la montagne touche la mer, comme les Alpes-Maritimes, par exemple, il est fréquent que la fin d'hiver connaisse davantage d'éclosions d'incendies que l'été ; mais les incendies catastrophiques, brûlant d'énormes superficies et provoquant des ravages sont, par contre, un phénomène exclusivement estival(CARREGA ,2010) .

Sur la base d'une définition bioclimatique des forêts méditerranéennes, la région Méditerranéenne comporte plus de 25 millions d'hectares de forêts et environ 50 millions d'hectares d'autres terres boisées .Ces terres sont fortement interdépendantes de zones urbaines et agricoles ou rurales. Les forêts méditerranéennes et les autres terres boisées de la région apportent une contribution essentielle au développement rural, à la réduction de la pauvreté et à la sécurité alimentaire.

Sa variété d'écosystèmes marins et côtiers procure à la région l'une des faunes et des flores les plus riches du monde et une grande diversité d'habitats. Elle est caractérisée comme une zone de biodiversité exceptionnelle, comportant un nombre important d'espèces endémiques et des niveaux critiques de perte d'habitats. Avec une superficie de plus de 2 millions de

kilomètres carrés, le bassin méditerranéen est la plus grande des cinq régions de climat méditerranéen de la planète. Il est le deuxième plus grand «point chaud» de la biodiversité du monde. Le bassin méditerranéen est riche en termes de diversité végétale.

On y trouve environ 25000 espèces de plantes, dont 60 % sont endémiques. La région abrite aussi un haut degré de richesse et d'endémisme chez les arbres et arbustes (290 espèces et sous-espèces ligneuses indigènes, dont 201 sont endémiques). Un certain nombre d'arbres sont des espèces phares 2, comme les cèdres (cèdre du Liban, Cedrus libani), l'arganier (Argania spinosa), et Le dattier de Crête (Phoenix theophrasti). Le bassin méditerranéen abrite plus de 220 espèces de mammifères terrestres, dont 25 sont endémiques (11%). (Bleu .2020)

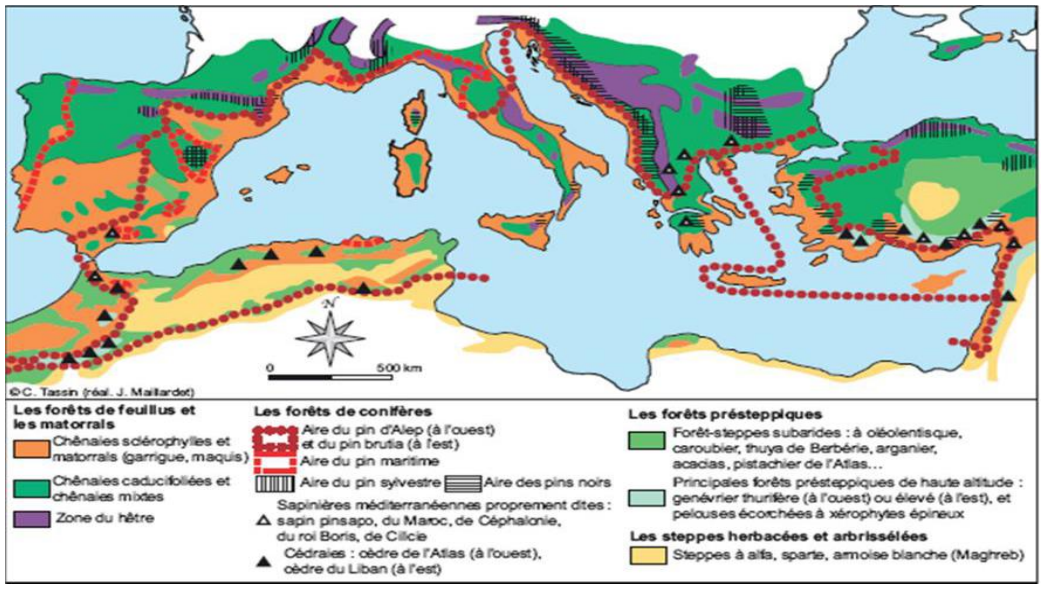


Figure 1: Paysages végétaux de bassin méditerranéennes (BOUSMAL.2018)

I.1.Aperçu General Sur La Problématique Des Ecosystèmes Forestiers En Algérie

I.1.1.Principaux ensembles topographiques

L'Algérie présente une grande variété de milieux naturels, grâce notamment à sa position géographique. Sa diversité topo-morphologique a donné naissance à plusieurs types d'habitats. On y trouve des hautes montagnes, des plaines et des hauts plateaux, des dépressions salées (chotts), des lacs, des Gueltas1 et le Sahara.

Compte tenu de sa géologie, de sa lithologie et de sa topographie, l'Algérie compte quatre grands ensembles structuraux (figure2), à savoir le système Tellien, les Hautes Plaines steppiques, l'Atlas Saharien et le Sahara.

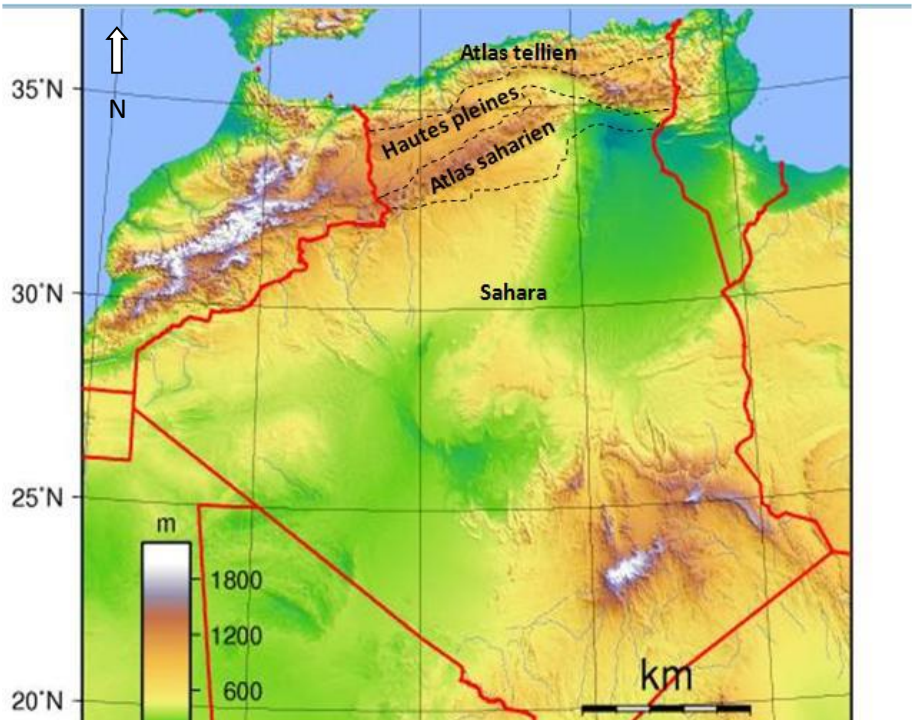


Figure 2 : Carte des ensembles topographiques de l'Algérie (CARREG ,2010)

I.1.1.1. Régions forestières

La forêt algérienne couvre environ 4 millions d'ha soit, moins de 2% de la superficie du pays. La vraie forêt ne représente cependant que 1,4 millions d'ha, le reste étant constitué de maquis (Tableau 1). La production de bois reste modeste (2,37 millions de m3 en 1993). Le déficit forestier représente aujourd'hui environ 3,8 millions d'ha. Il faut pratiquement doubler superficie forestière pour atteindre le niveau d'équilibre biologique requis (20 à 25%).

Tableau 1. Principales essences des forêts algériennes (2007).(Source :D.G.F)

Essences	Superficie (ha)	Taux %
Pin d'Alep	881 000	21,5%
Chêne liège	230 000	5,6%
Chêne vert	108 000	2,6%
Chêne zéen et Chêne Afares	48 000	1,2%
Eucalyptus	43 000	1%
Pin maritime	31 000	0,8%
Cèdre de l'Atlas	16 000	0,4%
Autres (Thuya + Genévrier + Frêne)	124 000	3%
Reboisement et protection	717 000	17,5%
Maquis et broussailles + vides	1 902 000	46,4%
Total	**4 100 000**	**100%**

I.1.1.2. 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 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

• sur le plan climatique, la forêt atténue l'évapotranspiration, modère la vitesse des vents 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 de composés volatiles ;

• 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 en favorisant 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 partie aérienne des arbres brise la force vive de cette eau et 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 .

I.2.Problématique Des Ecosystèmes Forestiers En Algérie

I.2.1.Désertification

Le désert avance d'une manière très significative ; les sables envahissent annuellement en moyenne 30 000 ha du couvert végétal et prédisposent ces milieux à la désertification, qui s'accélère à cause de l'aridité du climat et de la dégradation des écosystèmes steppiques. Ce risque demeure inquiétant et menace sérieusement les moindres espaces agricoles de la zone steppique et jusque dans le Nord algérien, L'ensablement des terres engendre un exode des populations sédentaires qui aggrave le phénomène de désertification. Face à ce risque, l'État se mobilise avec la mise en place d'un 24 programme de reboisement d'environ 25 000 ha/an, la construction de nouveaux barrages d'eau et l'encouragement de l'agriculture saharienne. (BELKID, 2016)

I. 2.2.Sécheresse

La sécheresse est l'un des facteurs qui menace en permanence l'agriculture et les écosystèmes naturels en Algérie. L'augmentation des besoins en eau des populations, le faible volume des précipitations et les difficultés liées à l'exploitation des eaux souterraines

aggravent le phénomène. Des études ont bien montré une diminution de 18 à 27 % de la pluviométrie dans la zone steppique sur une période de près d'un siècle (1907-2003). Malgré la mobilisation de quelques 2 milliards de m^3 d'eau à travers la construction de plusieurs barrages qui captent les eaux de surface, les quantités d'eau restent insuffisantes et ne répondent pas aux besoins en eau pour les différents usages domestiques, industriels et agricoles. Environ 380 m^3/an/ habitant sont mobilisés actuellement pour une population qui dépasse 35 millions d'habitants, ce qui classe l'Algérie parmi les pays les plus pauvres en eau. La sécheresse est, donc, parmi les risques majeurs qui guettent l'Algérie, elle est directement mise en cause dans la problématique de désertification. Les solutions qui s'offrent ne sont pas 25 nombreuses et la conjugaison des deux risques de sécheresse et de désertification complique davantage la lutte contre l'avancée du désert. .(BELKID ,2016)

I.2.3.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 plants forestiers ce qui est en soit une perturbation de la régénération de la forêt, et caractérise 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 .En Algérie, les éleveurs préconisent le pâturage libre du bétail, sans limitation de la densité de charge et sans clôtures.
En effet, et comme le signale, nos forêts sont souvent sollicitées par les pasteurs comme source d'appoint pour l'alimentation du bétail.

I.2.4.Incendies

Dans le contexte du bassin méditerranéen, l'Algérie est l'un des pays où leproblème des feux de forêts, assez par très étudie la communauté scientifique, se pose avec acuité par son impact dévastateur: si en valeur absolue la superficie brulées restent. Relativement modestes au regard d'autre pays du pourtour méditerranéenne, la rareté des forêts et menaces de désertification font que ces incendies ont un impact particulièrement désastreux. L'Algérie ne possède en effet que 4,1 millions d'hectare de forêt, soit un taux de boisement de 1,76%.

Or la fréquence rapprochée des incendies qui se suivant avec un intervalle de retourde moins de 10 ans à un impact catastrophique sur le plans écologique.

En Algérie comme ailleurs, un nombre réduit de feux de forêt provoque ladestruction de surfaces importantes et participe à une très large part du bilan des surfaces parcourues. Le risque d'incendie de forêt constitue, avec le risque de sécheresse et le risque de désertification, un problème crucial qui touche plusieurs régions d'Algérie mais sans grand impact sur la société d'où la nécessité d'un important travail de sensibilisation auprès du public sur ces risques.(BOUSMAL ,2018)

II. Généralité Sur Les Incendies des Forêts

II.1.Pyrologie Forestière

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

L'incendie est une réaction de combustion non maitrisée dans le temps et dans l'espace, On parle d'un incendie de forêt lorsqu'un feu concerne une surface minimale d'un hectare, d'un seul tenant et qu'une partie au moins des étages arbustifs et /ou arborés (partie haute) est Détruite Pour qu'il y ait inflammation et combustion, trois facteurs doivent être réunis (figure 3), chacun en proportions convenables : un combustible, qui peut être n'importe quel matériau pouvant brûler, une source externe de chaleur (flamme ou étincelle) et de l'oxygène, nécessaire pour alimenter le feu.(BOUSMAL ,2018)

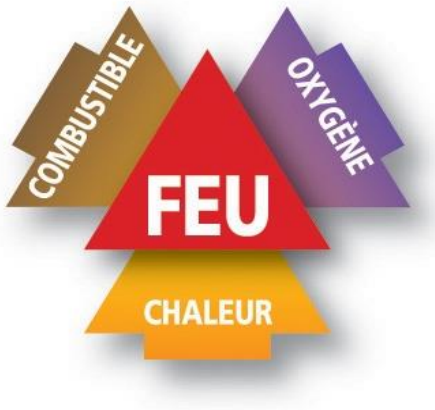


Figure 3 : Triangle du feu (Chatry,2014)

Pour chaque feu les trois éléments suivants sont indispensables :

- **Une source de chaleur** (flamme) : très souvent l'homme est à l'origine des feux de forêt par imprudence (travaux agricole et forestier, mégots, barbecues, dépôts d'ordures),accident ou malveillance ;
- **Un apport d'oxygène** :le vent qui active la combustion et favorise la dispersion d'élément incandescents lors d'un incendie .
- **Combustible** (végétation) :le risque de feu est plus lié à l'état de foret (sécheresse, disposition des différentes strates, état d'entretien, densité, relief, teneur en eau) qu'a l'essence forestier elle-même (chênes, conifères).(BOUSMAL Z;2018)

- **Inflammabilité**

On peut définir l'inflammabilité comme la facilité et la rapidité avec laquelle des combustibles s'enflamment et brulent indépendamment de leur qualité (tableau 2.Annex).

II.2.Type Des Feux

➢ **Les feux de sol** : Ce sont des feux qui brûlent sous la surface du sol, le combustible qui l'alimente est composé de matières organiques partiellement décomposées. Ces feux se propagent lentement, en raison du manque d'oxygène. Leur présence est souvent difficile à déceler, car même s'ils dégagent beaucoup de chaleur, ils diffusent en général que très peu de fumée

➢ **Les feux de surface**: Dit aussi feux courants, se propageant dans les sous-bois des forêts. Ils brûlent l'herbe et les broussailles. Ils peuvent être de faible, de moyenne ou de forte intensité selon la quantité de combustible disponible. Ils peuvent avoir comme origine un feu de sol ou se terminer en un feu de sol susceptible de se transformer en un nouveau feu de surface après l'intervention des pompiers

➢ **Les feux de cime** : On qualifie les feux de cime lorsqu'ils sont localisés au niveau des arbres et qu'ils brûlent plus de 90 % de celles-ci. Ils se développent généralement au sol, montent le long des arbres en brûlant sur leur passage feuilles, aiguilles et même certaines branches.

Indépendant où dépendant des feux de surface, ils libèrent en général de grandes quantités d'énergie et ont une vitesse de propagation très élevée. Ce sont les ligneux hautes qui assurent la propagation verticale en direction des cimes.

➢ **Les feux de braises** : Les braises sont produites par des feux de cimes ou pour certaines conditions de vent et de topographie. Ces braises sont transportées à distance et

sont alors à l'origine de foyers secondaires. Les grands brandons peuvent brûler longtemps et être transportés très loin (jusqu'à 10 ou 20 Km dans les cas exceptionnels).

II.3.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 accrues avec l'arrivée des différentes colonisations car les populations autochtones se sont repliées vers les zones 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 Algérie relèvent aussi de l'imprudence et de l'insouciance et quelques fois le feu est mis volontairement 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 recensés, les chiffres restes loin de la réalité car n'inclut pas les feux 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 conditions de chaleur et de vent sont réunies pour exécuter son plan macabre. .(BELKID,2016).

II.4.Les Mécanismes De Propagation

Le transport de la chaleur émise par la combustion est assure par trois processus :

- ✓ **La conduction** : permet la transmission de proche de l'énergie produit par leMouvement de la flamme. Elle ne contribue que très faiblement au transfert de chaleur.
- ✓ **Le rayonnement thermique** : correspond au mode de propagation de l'énergie sous forme d'ondes infrarouge. C'est le principale mode de propagation des incendies de forêt.
- ✓ **La convection** : liée aux mouvements d'air chaud, voit son importance augmenter avec le vent et la pente. Ce processus peut contribuer au transport de particulesincandescentes

en avant du front de flamme et au déclenchement de foyers secondaires (sautes de feu).(BOUSMAL, 2018)

II.5.Facteurs Favorables Aux Incendies Des Forêts En Région Méditerranéenne

Le type de végétation et le climat sont des facteurs importants de prédisposition au feu. Certaines formations végétales sont plus sensibles au feu que d'autres : les maquis et garrigues sont plus vulnérables que les zones forestières**.** L'évolution de l'occupation du sol, qui conduit, depuis quelques décennies, à l'augmentation de l'interface forêt/habitat, influe notablement sur le risque d'incendie. En effet, l'habitat disséminé dans l'espace naturel combustible ou bien à son contact est reconnu par tous comme un facteur aggravant majeur dans la lutte contre les incendies de Forêt**.** Cet état est lié, d'une part, à l'abandon des espaces ruraux qui, de ce fait, ne sont plus entreteneur, et d'autre part, à l'extension des zones urbanisées jusqu'aux abords des zones boisées, D'autre part, les habitations présentes au sein d'un massif forestier constituent des enjeux prioritaires de défense en cas d'incendie. Ceci entraine une concentration des moyens de lutte dans ces espaces, au détriment parfois de la protection de la forêt. (BOUSMAL,2018)

II.5.1.Les Facteurs Climatiques

Les incendies de forêt dans le bassin méditerranéen dépondent pour une bonne partdes conditions climatiques dominantes, des étés prolongés (s'étendant de juin à octobre et parfois plus longtemps), avec une absence éventuelle de pluie et des températures diurnes moyennes bien supérieures à 30°c réduisent la teneur en eau de la litière forestière à moins de 5%**.**

En règle générale, les conditions climatiques de l'année en cours et de celle qui procède sont déterminantes, aussi bien les précipitations qui jouent un rôle décisif dans le bilan hydrique des sols et donc du végétal, que les températures qui règlent la production de biomasse, l'évapotranspiration et rendent le végétal plus ou combustible. Avec la chaleur et les manque d'eau, le vent est un autre facteur climatique important et inflammable.

II.5.2.Les Facteurs Topographiques

Les variations topographiques (par exemple exposition, la pente et l'altitude)influent sur les précipitations, les eaux de ruissellement, la température, le vent et lerayonnement solaire, qui à leur tour ont une incidence sur l'inflammabilité à travers la production du combustible et sa teneur en eau. L'influence des facteurs topographiques et météorologiques est confirmée par une corrélation significative entre l'exposition, les pentes, la hauteur du soleil sur l'horizon et le degré d'inflammabilité des combustibles au cours de l'année Les combustibles végétaux représentent la quantité d'énergie, matérialisée dans le scenario d'un incendie (sous

forme de bois, herbes, bois mort, etc.) qui est déclenchée par la combustion et que nous percevons sous forme de lumière est de chaleur. Leurs quantités totales, leurs tailles, leurs compositions chimiques (surtout le contenu en extraits à l'éther, à potentiel énergétique élevé) sont autant de facteurs qui influencent la dynamique de propagation du feu. On peut ajouter leur état physiologique (combustibles vivants et combustibles morts), qui influence la teneur en eau, leur distribution plus ou moins homogène, leur continuité horizontale ou verticale, facteurs qui influencent également le comportement du feu Le développement et la propagation des incendies sont liés à l'abondance et la continuité du combustible, à l'humidité du sol et de la végétation et aux patrons métrologiques et climatiques Les combustibles peuvent être décrit par les modelés de combustibles qui sont une description standardisée de leur quantité par classe de taille, de leur chimie, etc.

II.5.3.Les Combustible Végétaux

Les combustibles végétaux représentent la quantité d'énergie, matérialisée dans le scenario d'un incendie (sous forme de bois, herbes, bois mort, etc.) qui est déclenchée par la combustion et que nous percevons sous forme de lumière est de chaleur. Leurs quantités totales, leurs tailles, leurs compositions chimiques (surtout le contenu en extraits à l'éther, à potentiel énergétique élevé) sont autant de facteurs qui influencent la dynamique de propagation du feu .On peut ajouter leur état physiologique (combustibles vivants et combustibles morts), qui influence la teneur en eau, leur distribution plus ou moins homogène, leur continuité horizontale ou verticale, facteurs qui influencent également le comportement du feu Le développement et la propagation des incendies sont liés à l'abondance et la continuité du combustible, à l'humidité du sol et de la végétation et aux patrons métrologiques et climatiques **.** Les combustibles peuvent être décrit par les modelés de combustibles qui sont une description standardisée de leur quantité par classe de taille, de leur chimie, etc.

II.5.4.Les Facteurs Socio-Economiques

Le changement socio-économique dans les dernières décennies influe sur le risqued'incendie. Les changements avec les plus grandes répercussions sont les suivants :

- L'exode rural sur la bordure septentrionale du bassin méditerranéen s'est traduit par des zones de végétation continue très vastes et très exposées à des incendies majeurs.
- Le développement de l'interface habitat-forêt, dû à une urbanisation anarchique, a provoqué une augmentation significative du risque de feu.

Le comportement du public traduit, encore aujourd'hui, un manque de sensibilisation au risque d'incendie.

II.6.Risque Des incendies

Le risque d'incendie de forêt est particulièrement présent sur tout le pourtour du bassin méditerranéen. La notion de risque résulte de confrontation d'un alea et d'un enjeu **.**L'aléa correspond la probabilité qu'un phénomène naturel se produise, et l'enjeu aux vies humaines et aux patrimoines potentiellement menacés par le sinistre.(BOUSMAL,2018)

II.6.1.Risque Lie A La Topographie

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 radiation. 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.

Exposition des pentes : L'exposition joue un rôle indirect sur la progression d'un feu. La végétation est différente sur les versants chauds et frais. Un feu se propage plus facilement sur un versant exposé au vent que sur un versant sous le vent **.**L'exposition des matériaux aux vents et au soleil accélère leur vitesse de dessèchement.

En générale, les versants Sud et Sud-ouest présentent les conditions les plusfavorables pour une inflammation rapide et pour la progression de feu

Elévation du terrain : L'élévation du terrain influe 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.6.2.Risque Lie à La Végétation Ou Au Combustible

Nature des combustibles :il y a un Trois types de combustibles du point de vue combustibilité :

a. **La combustibilité critique** : ce sont les matériaux qui s'assèchent très vite et sont susceptible de s'enflammer facilement et de brûler rapidement. Donc forment un milieu idéal pour la naissance d'un feu de forêt. Exemples : les feuilles mortes, les aiguilles, les écorces et les herbes sèches

b. **Les matières à combustion lente** : regroupent les corps ligneux, l'humus, les branches, les souches

c. **Les matériaux verts** : matières ligneuses vivantes ; ils regroupent les arbres, le sous-bois, la végétation herbacées**.**

La grosseur des combustibles : Elle affecte grandement l'intensité de la combustion. Plus le combustible est gros, la surface exposée à la chaleur pour une même quantité de matériaux est moindre que s'ils étaient petits. Donc les petits combustibles s'enflamment et brûlent rapidement.

Disposition des combustibles : Les principaux critères qui interviennent dans l'apparition d'un feu dans un espace végétal, est la structure spatiale du combustible (recouvrement horizontal et stratification verticale)

Recouvrement horizontale: c'est la disposition relative d'un combustible par rapport un autre. Elle influe sur le taux de progression et sur l'intensité du feu. Si les combustibles sont rapprochés, ils brûlent avec une grande intensité et la chaleur dégagée accélère le taux de progression de l'incendie

Stratification verticale: la distribution des combustibles à partir du sol jusqu'à la cime des arbres, influe sur la vitesse de propagation et sur l'intensité et la catégorie du feu.

Quantité de combustible : Quand la quantité de combustible est grande, l'intensité de la chaleur dégagée est plus élevée, donc un feu difficile à contrôler(BOUSMAL, 2018)

Distribution des combustibles : Elle se réfère à la répartition des différentes essences forestières sur le territoire. Le feu se propage plus rapidement dans certaines essences que dans d'autres.

Teneur en humidité : La teneur en humidité d'un combustible est le facteur le plus important affectant le comportement de feu. Elle détermine la probabilité d'ignition ou la facilité d'allumage, la vitesse de propagation et la quantité de combustible brûlé

II.6.3.Risque Lie A L'homme

Les études en Algérie présent que les causes d'incendies a été entreprise en détail et c'est le facteur humain qui joue un rôle prépondérant dans leurs causes originelles et leurs fréquences. Les riverains ont toujours incendiés 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.6.4.Risque Lie à La Météorologie

Les facteurs influençant l'origine et le développement des feux de forêt sont :

La température : Dans les régions méditerranéennes, l'accroissement de la température s'accompagne souvent d'une baisse notable de l'humidité de l'air ambiant en période estivale **.**La principale source de chaleur est le soleil, les combustibles exposés au soleil se réchauffent plus rapidement que ceux sous couvert forestier. Le combustible végétal mort que constitue la litière est directement concerné par ce phénomène. Le risque feu de végétation est donc grandissant au cours de la période estivale. .(BOUSMAL,2018)

Le vent : Le vent est le facteur atmosphérique le plus affectant d'un incendie de forêt. Il augmente la combustion et la propagation en :

- Augmentant l'apport de l'oxygène par le renouvellement de l'air;
- Asséchant les combustibles;
- Favorisant le réchauffement des combustibles à l'avant du feu;
- Influençant la direction de propagation du feu ;
- Transportant les étincelles ou autres matières enflammées sur de grandes distances (sauts de feu). Par ailleurs, il est important de connaitre les caractéristiques des vents dominant

d'une région forestière, car le vent peut dans certaines circonstances être un auxiliaire précieux en dirigeant le feu vers une barrière naturelle ou artificielle qui peut arrêter leur propagation. .(BOUSMAL,2018)

L'humidité relative C'est la proportion, exprimée en pourcentage, entre la vapeur d'eau effectivement contenue dans l'air et la capacité d'absorption de l'air à une température donnée. Les modifications que connait la teneur en humidité relative, exercent des effets importants sur les matériaux combustibles. Si le contenu de l'air en humidité est élevé, les combustibles s'humidifient et deviennent difficilement inflammable. 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.

Précipitations : Présentant un rôle prédominant dans la teneur en eau des végétaux, leur effet varie de façon significative en fonction de leur durée, de leur période, de leur quantité, ainsi que des types de combustibles. Seulement une petite quantité d'eau suffit pour ralentir l'inflammabilité des graminées. Il peut être rendu caduc par 2 où 3 heures d'ensoleillement. En revanche, il faut de fortes pluies pour réduire l'inflammabilité de combustibles plus important 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. (DAHMANI,2018)

Stabilité de l'air : La stabilité de l'air peut être définie comme la résistance de l'atmosphère au mouvement vertical, l'air instable amplifie le comportement du feu en favorisant le mouvement vertical (convection).

Conclusion

Les forêts algériennes sont en voie de dégradation suite à plusieurs causes naturelles telles que le climat et non naturelles par l'action humaine de sorte qu'elles sont destinées à un usage personnel ou involontaire comme les accidents. Et le plus dangereux de ces accidents sont les incendies qui détruisent chaque année des milliers d'hectares

Le problème des incendies de forêt est un problème ancien et représente une menace réelle à ce jour, et compte tenu des nombreuses causes qui causent la plupart des incendies, il est souvent lié à l'humanité dans un d'une façon ou d'une autre. Alors que le pourcentage d'incendies d'origine naturelle est souvent rare.

CHAPITRE II : CARACTERISATION DE LA ZONE D'ETUDE

I. Situation géographique

I.1. Cadre Régional

La wilaya de Médéa est considérée longtemps comme une zone réservoir de richesses naturelles en raison de son milieu physique plus ou moins favorable. Une telle position géostratégique, fait de cette wilaya une zone de transit principale et un trait d'union entre le Tell et le Sud de pays, d'une part, et entre les Hauts Plateaux de l'Est et ceux de l'Ouest, d'une autre part.

La wilaya de Médéa située entre les longitudes 2° 10' et 3° 20' Est et les latitudes 35° 26' et 36° 30' Nord.se situegéographiquement au centre du nord d'Algérie et occupe la partie centrale du Tell .Elle s'étend sur une superficie de 8775.65 Km^2 .et située à 90 Km environ d'Alger servi par la route nationale N°01.Elle compte 19 dairas et 64 communes.

Administrativement, elle se limite par les wilaya suivantes :au Nord par la wilaya de Blida ,au Sud par la wilaya de Djelfa, à l'Ouest par les wilayas d'Ain defla et Tissemsilt et à l'Est par les wilayas de M'sila et Bouira .Elle se caractérise par une altitude élevée et un relief tabulaire enserrent quelque plaines assez fertiles mais de faible extension pour s'estomper ensuite aux confins des hautes plaines steppiques, en une série de collines mollement ondulées.(BADANI et All,2016)

I.2.Cadre régional de la commune d'El-Berrouaghia

La commune d'El-Berrouaghia est située dans la région du Tell au Nord-ouest de a wilaya de MEDEA, à environ 90 km au sud-ouest d'Alger et à18 Km au sud-est de MEDEA. Culminant à 939 mètres d'altitude, sur la chaine de l'Atlas Tellien. Elle s'étend entre les parallèles Latitude : 36° 39′ 36″ Nord, et Longitude : 2° 55′ 12″ Est sur une superficie de 16132 hectares.

I.3. Cadre local de la zone d'étude

La forêt domaniale d'El-Berrouaghia se situe à 19 km au Sud-est du chef-lieu de la Wilaya de Médéa, avec une superficie de 2773.7 ha.

Vu la grande superficie de la forêt, nous avons limitée notre zone d'étude à deux cantons celui d'el Fernane avec une superficie de 178.13 ha et Draa Sbaa avec une superficie de 308.88 ha .au total ; notre travail sera réalisé entre les longitudes 2°88′ 98" et 2° 86′06" Est et les latitudes 36° 10′ 50" et 36° 17′ 52" Nord sur une superficie près de 438 ha. Ce choix a été

orienté, en fonction de la superficie de la forêt, trop importante à balayer ou à couvrir (de point de vue terrain), et en fonction de l'accessibilité et la sécurité liées au travail de terrain et également aux conditions de santé actuelles.(BAKOUR et All.2020).

Tableau 2: Cantons de forêt d'El-Berrouaghia et leurs superficie(DGF 2020).

Forêt domaniale	Contons	Superficie (HA. A. CA)
Forêt domaniale d'El-Berrouaghia	Hawara	144 00 00
	Draa sbaa	308 88 45
	Ksaiba	98 48 00
	Sidi abed	15 32 10
	Fernan	178 13 10
	Ouled m'lel	62 53 60
	Ouled traif	90 49 30
	Seksek	12820

II. Cadre phytogéographique

Des préoccupations essentiellement floristiques, ont amené plusieurs auteurs à proposer différents classification phytogéographique (BENGHANEM, 2009). Selon QUEZEL &SANTA (1962-1963) et BARRY & CELLES (1974) en se basant sur la typologie (Ecologie-Végétation-Flore).

Notre zone d'étude la forêt domaniale d'El-Berrouaghia se localise dans la division hiérarchique résumée dans le tableau 3.

Tableau 3: Localisation phytogéographique de la zone d'étude.

Territoire	MAIRE(1926)	QUEZEL et SANTA (1963)
Empire	Holarctis	Holarctis
Région	Méditerranéen	Méditerranéen
Domaine	Mauritanien méditerranéen	Mauritanien méditerranéen
Secteur	Tell méridional	Algérois
Sous-secteur	------	L'Atlas tellien

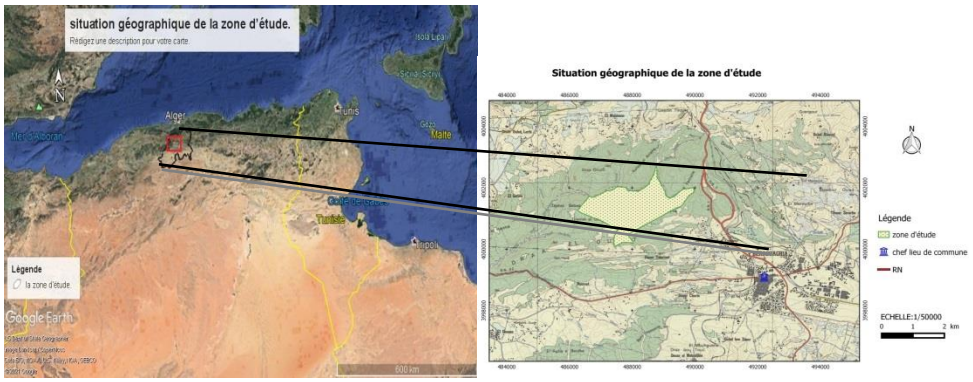


Figure 4 : Situation Géographique de la zone d'étude.

III. Cadre pédologique

Le sol constitue une composante fondamentale dans l'étude des écosystèmes. Présente le point de rencontre entre le monde minéral et le monde du vivant. Il constitue en fait, le siège d'interaction physico-chimique dont les produits finaux sont les sels minéraux qui sont vitaux pour la biocénose (Belouahem Abed, 2012). Ils résultent de l'action de plusieurs facteurs du milieu : végétation, climat, géomorphologie et topographie (Khoudire et Traore, 2003).

Dans la wilaya de Médéa, les sols sont très variés aussi bien en ce qui concerne leur nature que leur origine géologique. Toutefois, ils restent fortement dominés par les calcaires.

On distingue les catégories de sols suivants

- Les rendzines formées
  - Sur marne de miocène à Ouamri ;
  - Sur calcaires de crétacé à Rebaia ;

- Sur grès calcaires (Médéa- El-Berrouaghia).

- Les grès calcaires de Médéa formant des strates d'argile et de sable.
- Les sols insaturés, bordant les dépressions formées sur crétacés, sont faiblement perméables et sensible à l'érosion.
- Les terres dites en équilibre (Beni-Slimane) excellente pour la culture.
- Les alluvions : d'une superficie réduite, essentiellement localisées dans les vallées étroites du bassin du Cheliff et d'Oued Isser(Monographie, 1978).

Selon la circonscription des forêts d'El-Berrouaghia, notre zone d'étude est dominée par des sols calcaire et marne, qui sont caractérisés par la présence du calcaire dans tout leur profil, à des taux parfois élevés. On y rencontre deux principaux groupes qui sont : les rendzines et les sols bruns calcaires

III. 1. Les rendzines

Ces sols sont assez fréquents dans notre zone d'étude, ils présentent un profil peu évolué de type AC avec un A généralement riche en matière organique et à structure grumeleuse. Ils sont très riches en calcaire actif.

III. 2. Les sols bruns calcaires

Ce sont des sols évolués à profil de type A (B) C, généralement profond et riche en matière organique. On les rencontre surtout en terrains moins accidenté et sur roche composée essentiellement des marnes et des calcaires, ils représentent environ 72 % des sols rencontrés.

IV. Cadre géologique

Les données géologiques fournissent des indications précieuses sur la nature du substrat où se développe la végétation. Cette dernière répond d'une manière assez fidèle à la nature lithologique et aux formes géomorphologique (BENSAID, 2006).

La région d'El-Berrouaghia se trouve au centre de l'anticlinorium des Bibans qui est d'une direction E-W fait partie du Tell méridional et se rattache au domaine externe tello-rifain qui représente la marge téthysienne du continent africain (Wildi, 1983).

IV. .1. La Stratigraphie

La série sédimentaire affleurant dans la région, est constituée de formations d'âges variés allant du Mésozoïque (Aptien) au Quaternaire, excepté le Trias qui affleure en position anormale sous forme de diapirs ou semelles de nappes.

IV. .2. Le Trias

Le Trias dans la région d'El-Berrouaghia n'a jamais été daté, néanmoins il a été attribué à cet âge par analogie aux formations similaires dans la région.

IV. 3. Le Jurassique

Le Jurassique dans sa totalité et le Crétacé basal ne se sont pas connu dans la région sauf peut-être en ce qui concerne les dolomies contenues dans le Trias et un Barremo-Aptien connus dans le forage de Bousekène. Celui-ci a été foré à 30 km au NE d'El-Berrouaghia, il a recoupé 3543 m de terrain (Korchi,1987).

IV. .4.Le Crétacé

Au cœur des Bilan, des calcaires à patine gris bleuté et des marnes grises ont été datés par des Orbitolines et Globigirina algérina (Sigal, 1963).

La faune est représentée par de petits bivalves et débris d'ammonites ferrugineuses. Des orbitolines ont également été observées dans un niveau de calcaires marneux dans la vallée de l'Oued Megajet.

IV. 5. Le Sénonien

Il est rencontré en deux niveaux structuraux : autochtone et allochtone.

IV. .6.L'Oligocène

Connu sous le terme de « faciès de Boughari », Il forme l'unité V allochtones. Il est constitué de plusieurs centaines de mètres de grés grossiers à huitres, de marnes sableuses grises et calcaires détritiques.

IV. 7. Le Miocène

Le Miocène tellien est subdivisé en :

•Miocène inférieur I, tectoniséetanté-nappe,

•Miocène inférieur II et Miocène supérieur, post-nappe.

IV. 8. Le Quaternaire

Il est très restreint, et essentiellement constitué de remplissage d'alluvions plus ou moins fins dans les lits des Oueds. La plaine des Arib, constituée de cailloutis plus ou moins épais occupe le coeur des Biban et se termine au Nord de la feuille d'El-Berrouaghia où n'existent que des limons fins et des terres rougeâtres au pied d'éboulis issus des sommets albiens. (Kandi.K,2013). (Figure 5).

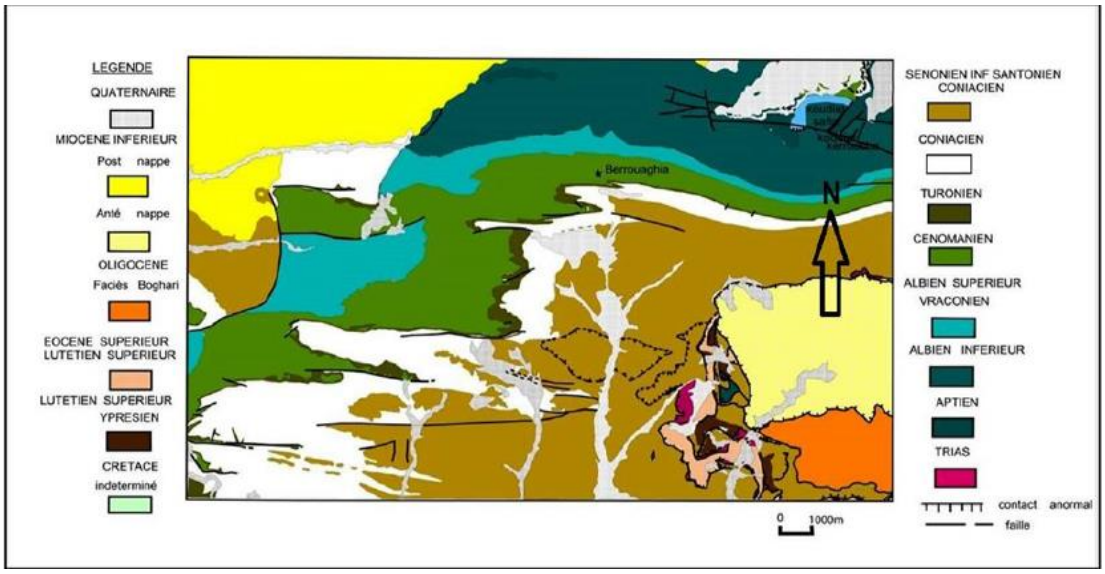


Figure 5: carte géologique au 1/50 000 d'El-Berrouaghia (SN REPAL).

V. Cadre géomorphologique

La géomorphologie est considérée comme une expression synthétique de l'interaction entre les facteurs climatiques et géologiques (Bensaid, 2006). Selon les études faites par la DGF (2015) et les données de la MONOGRAPHIE de la wilaya de Médéa (1978), cette dernière est caractérisée par ces reliefs :

V. 1. 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, au climat rude, peu peuplée. Avec des altitudes élevées, atteignant 1813 mètres (point culminant de la wilaya), au djebel Ech Chaoun, commune de Derrag. Dans la commune de Sebt Aziz, le djebel Taguennsa s'élève à 1710 mètres. Au centre de la wilaya le col de Benchikao se situe à 1267 mètres, alors que le djebel Mouzaïa s'élève jusqu'à 1603 mètres. C'est une région forestière, l'arboriculture, la céréaliculture et l'élevage ne sont pratiqués qu'à la faveur des dépressions alluviales ou des replats colluviaux.

V. 2. Le tell collinéen

Située au coeur de la wilaya, c'est une région à vocation agricole, tel que la polyculture, la viticulture et arboriculture sur les terres légères, céréales et fourrages sur les terrasses alluviales des principaux oueds.

V. 3. Les plaines du tell

Dans la partie Sud-est de la wilaya, les monts qui constituent le Kef Lakhdar, culminent à 1467 mètres. Le djebel Chaaba, situé entre le Kef Lakhdar et les monts de Tablat, est constitué d'une succession de plusieurs monts, orientés Est-ouest. A l'intérieur de cet ensemble montagneux, on retrouve une dépression plus ou moins large, en forme de gouttière qui s'étale d'Ouest en Est jusqu'à 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 cités précédemment et correspondant au djebel Chaaba.

V. 4.Le piémont méridional du tell

La zone Sud de la wilaya correspond aux hautes plaines steppiques, dont les altitudes sont variées 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, cette unité morphologique caractérisée les zones

arides et semi arides de l'Algérie, elle reçoit une pluviométrie irrégulière environ de 300 à 400 mm/an, où la céréaliculture est la plus répandue.

VI. Cadre hydrologique

Selon la DGF (2015), la wilaya de Médéa est drainée par un réseau hydrographique relativement dense. Les principaux oueds et les plus importants sont des cours d'eau exoréiques, qui se jettent donc en mer méditerranée, tel qu'oued Chélif, oued Chiffa, oued Mazafran et oued Isser.

D'autres oueds de moindre importance se situant dans le Sud de la wilaya, sont des cours d'eaux endoréiques, le plus important étant l'oued Sbisseb, affluant de l'oued Laham. Comme tous les oueds d'Algérie, ceux de Médéa ont un régime irrégulier. Durant la saison pluvieuse, ils sont souvent en crue, et débordent sur le lit majeur, alors que durant la saison sèche, ils se réduisent à de minces filets d'eau.

Ainsi, de par ses caractéristiques oro-hydrographiques, le territoire de la wilaya de Médéa chevauche sur quatre bassins versants .

À savoir

•Bassin versant d'ouedChélif ;

•Bassin versant d'ouedIsser ;

•Bassin versant côtiersalgérois ;

•Bassin versant de Chott El Hodna.

Notre zone d'étude est regroupée dans Oued El-Hammam qui déverse dans Oued Chair, celui-ci déverse dans Oued El-Maleh, qui fait partie du Bassin versant d'oued ISSER. (Figure 06)

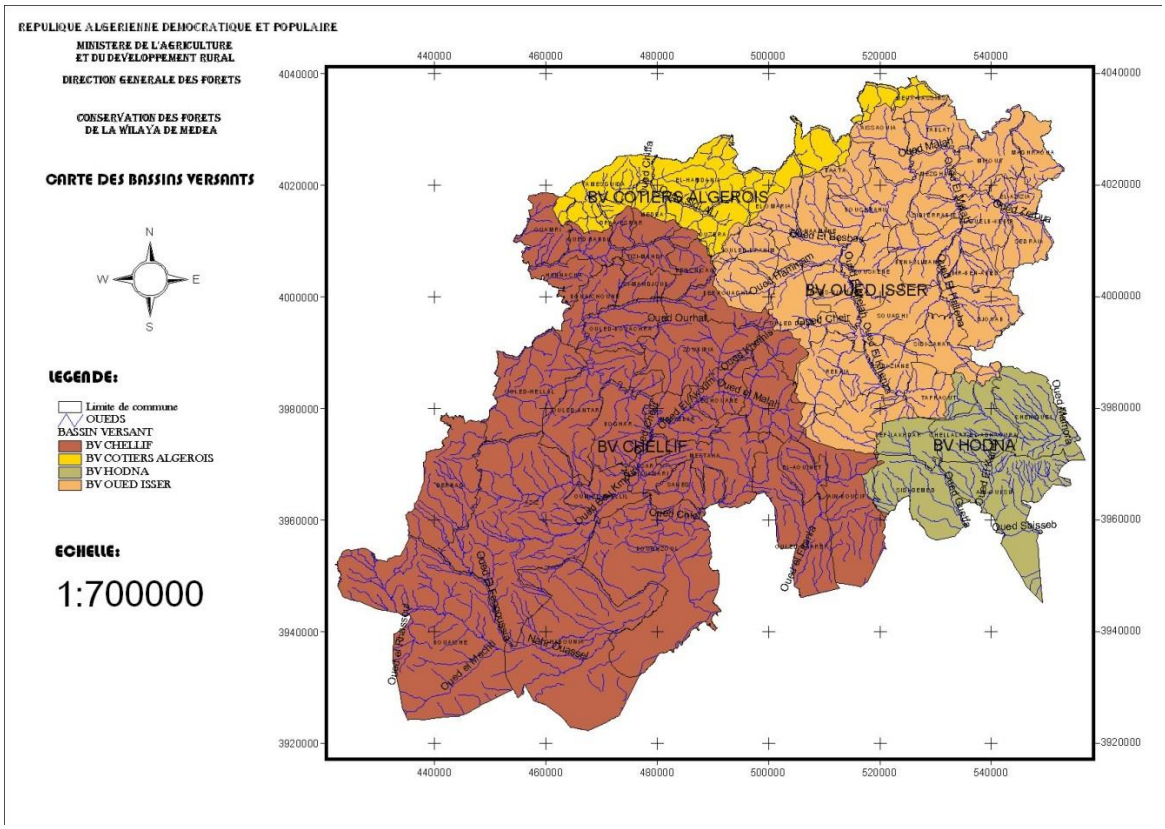


Figure 06 : Carte des bassins versants de la wilaya de Médéa (CFB, 2010)

VII. Cadre climatique et bioclimatique

Pour PEGUY (1970), la climatologie est une science de l'atmosphère, elle se situe aussi au niveau du sol, c'est-à-dire au niveau des processus morphologiques, hydrologique et pédologiques qui font du climat l'un des facteurs premiers de toute réalité géographique.

Le climat est un facteur important qui influe sur la répartition de la végétation par les précipitations, les températures et les vents. Ces facteurs sont d'une part les données les plus disponibles et d'autre part les facteurs les plus influents sur la végétation.(KHOUDIR,2012)

VII. 1. Paramètres climatiques

La source des données de notre zone d'étude comporte principalement deux stations la station de Médéa et la station d'El-Berrouaghia et les valeurs sont issues de l'Office National de Météorologie (O.N.M) durant 28 ans (1990 – 2018) de la Wilaya de MEDEA (tableau 4).

Tableau 04: Stations météorologiques des sources des données.

Stations	Latitude	Longitude	Altitude (m)
Médéa	36° 17' N	2° 44' E	1030
El-Berrouaghia	36° 15' N	2° 45' E	1240

1.1. Precipitations

D'après HALIMI (1999), les précipitations sont la totalité de l'eau recueillie dans le pluviomètre, qu'elle que soit son origine. La pluviométrie est extrêmement variable d'une année à l'autre, ainsi aux années humides succèdent des années relativement sèches sur un rythme très irrégulier.

La croissance des plantes est directement liée à l'humidité du sol pendant la période de son développement. D'un autre côté, 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, on allant du nord au sud.la frange tout à fait au nord, et qui correspond à la zone du montagne reçoit plus de 700mm de pluies par an,(entre 700 et800 mm),il est plus hautes sommets ,reçoivent encore d'avantage ,ils enregistrant entre 800 et 900 mm pluies par an. Tout à fait au sud-ouest de la wilaya, à l'ouest de Boughezoul les précipitations ne dépassent guère, les 200 mm de pluies par an.

La wilaya de Médéa est ainsi devisée en deux parties .la première, plus au moins humide, est située au nord et la seconde que est séché 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.

Selon les quantités annuelles des précipitations au niveau du territoire de la wilaya ,on distingue quatre types de zones distinctes:

- La zone de l'Atlas caractérisé par une pluviométrie annuelle de 800 à 900 mm répartie sur 75 à95 jours
- La seconde 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 inférieur à 450 mm répartis sur 50 à 70 jours : le Sersou (350 mm) la steppe au ouest (moins de 300mm) et la steppe Est (350 mm).

Tableau N° 05: Pluviosité moyenne mensuelle et annuelle des stations de référence en mm de 1990 à 2018 (ONM 2018)

Stations	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	J	J	A	S	O	N	D	Ann
Médéa	99.7	**102.89**	74.63	73.57	52.25	9.44	3.67	9.48	34.30	74.5	92.3	73.78	700,5
El-Berrouaghia	112.63	74.91	113.33	**191.01**	68.75	15.54	12.74	9.24	63.98	119.81	146.26	113.08	1041

1.1.1. Pluviosité moyenne annuelle

La pluviosité annuelle atteint 700.5 mm à Médéa et 1041 mm à El-Berrouaghia, (Tableau 5). On remarque que la station d'El-Berrouaghia est plus arrosée que la station de Médéa avec un écart qui dépasse 340 mm par an. Les variations des taux des pluies moyennes annuelles sont dues à la différence d'altitude entre les stations.

1.1.2. Pluviosité moyenne mensuelle

Selon DJELLOULI (1981), il est indispensable de connaitre la pluviosité mensuelle afin de comprendre la croissance et le développement des végétaux.

Pour les différentes périodes prises pour chaque station, l'analyse des histogrammes montre que la valeur maximale des précipitations moyennes est enregistrée en mois de Février avec 102,89 mm et la quantité moyenne minimale se limite à 3,67 mm au mois de Juillet pour la station de Médéa.

Pour la station d'El-Berrouaghia, le mois le plus arrosé est situé en Avril avec un taux de précipitation 191,01 mm et le minimum est enregistré en mois d'Aout avec 9,24 mm de précipitation.

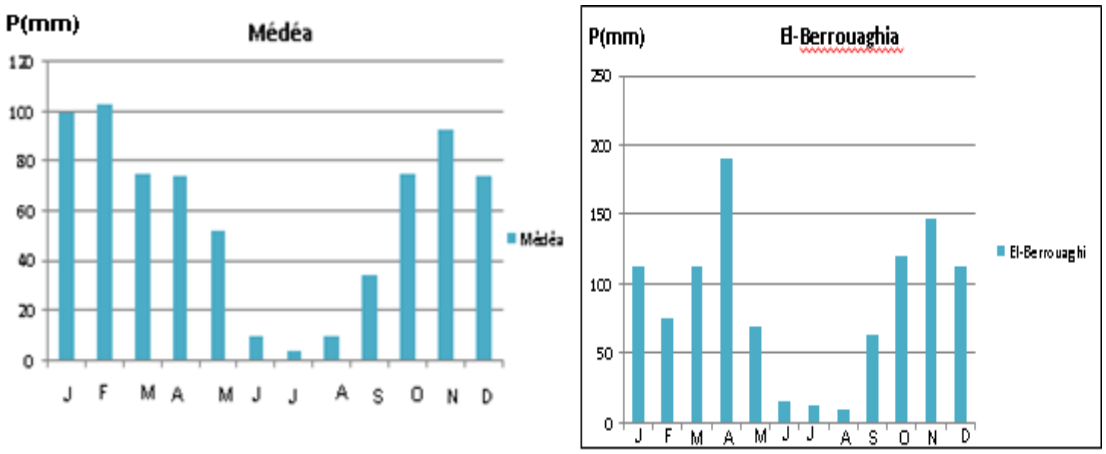


Figure 07: pluviosité moyenne mensuelle (mm) des stations de référence.

1.1.3. Régime saisonnier

Le régime pluviométrique est utilisé comme un éléments caractéristique du climat ,il est souvent exprimé par le régime saisonier. Pour la végétation, la répartition des pluies est plus importante que la quantité annuelle des précipitations (HALIMI,1980).

Le régime saisonnier détermine la quantité des pluies de chaque saison.

Nous avons considéré quatre saisons de trois mois chacune :

➢**Hiver:** décembre, janvier et février = H ;

➢**Printemps:** mars, avril et mai = P ;

➢**Eté:** juin, juillet et août = E ;

➢**Automne:** septembre, octobre et novembre = A.

Tableau 06 : Régimes saisonniers des stations de référence en (mm).

Stations	Hiver(H)	Printempt(P)	Eté(E)	Automne(A)	Régimes
Médéa	**276.37**	200.45	22.59	201.1	**HAPE**
Berrouaghia	300.62	**373.09**	37.52	330.05	**PAHE**

Tableau 06,montre que les régimes saisonniers des pluies calculés pour nos stations sont généralement de type HAPE pour Médéa et de type PAHE pour el-Berrouaghia.ce qui signifie que l'hiver n'est pas toujoursla saison plus arrosée alors que l'été est la saison la plus sèche .(figure 08).

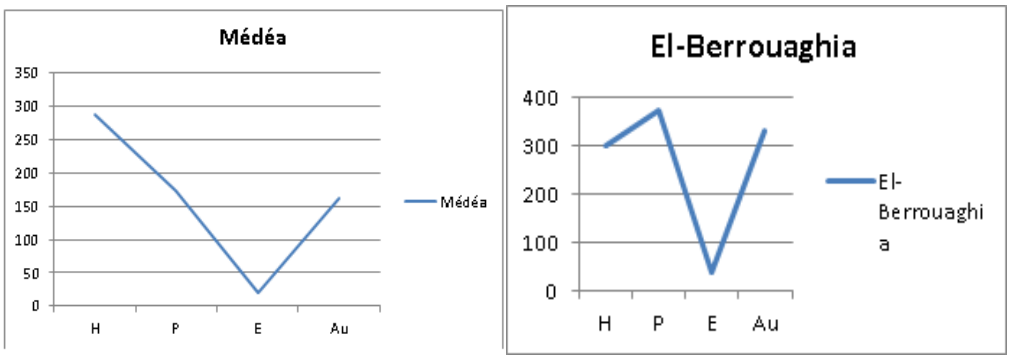


Figure 08 : Régimes saisonniers des stations de référence

1.2. Température

La température est un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Ramade, 2003).

La caractérisation de la température en une région donnée se fait généralement à partir de la connaissance des variables suivants :

- Température maximale « M ».
- Température minimale « m ».

M_{moy} : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud.

m_{moy}: Moyennes des températures minimales du mois le plus froid.

Moy: M+m/2.

Tableau 07 : Moyenne mensuelle des températures minimales, maximales et des températures moyennes annuelles en degré Celsius des stations de référence (ONM ,2018).

Stations		Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Ann
Médéa	M°C	11.55	11.55	16.33	19.8	25.21	30.34	33.11	32.9	28.08	24.68	14.37	11.31	21.6
	m°C	3.055	3.15	5.41	7.76	11.69	16.7	20.27	19.6	15.54	12.66	7.35	4.83	10.67
	Tmoy °C	7.29	7.35	10.87	13.78	18.45	23.52	26.69	26.25	22.27	18.67	10.86	8.07	16.14
ElBerrouaghia	M°C	6.19	6.5	8.25	11.92	16.68	22.51	27	26.74	21.32	16.03	9.6	6.32	14.92
	m°C	0.41	0.48	2.66	4.87	10.42	14.31	18.93	18.95	13.99	9.81	4.06	1.28	8.35
	Tmoy °C	3.3	3.49	5.46	8.39	13.55	18.41	22.96	22.85	17.61	12.6	6.83	3.8	11.64

1.2.1. Moyennes des Températures minimales du mois le plus froid « m »

D'après le tableau 06, on remarque que la valeur moyenne des minima du mois le plus froid « m » correspond au mois de janvier ; elle est de 3.055 °C pour la station de Médéa et 0.41 °C pour la station d'El-Berrouaghia.

1.2.2. Moyenne des Températures Maximales du mois le plus chaud « M »

En ce qui concerne les températures moyennes du mois le plus chaud « M » (Tableau 07), elles correspondent au mois de juillet pour la station de Médéa avec un taux de 33.11 °C et de 27 °C au mois d'Août pour la station d'El-Berrouaghia.

1.2.3. Températures moyennes mensuelles et annuelles

Pour les Températures moyennes mensuelles (figure07), on remarque qu'elles enregistrent un minimum, au mois de Janvier pour les deux stations, estimées à 3,30°C à El-Berrouaghia, et de 7.29 °C à Médéa.

Les températures moyennes annuelles, sont de 11,64°C pour El-Berrouaghia, et 16,14°C pour Médéa (tableau 07).

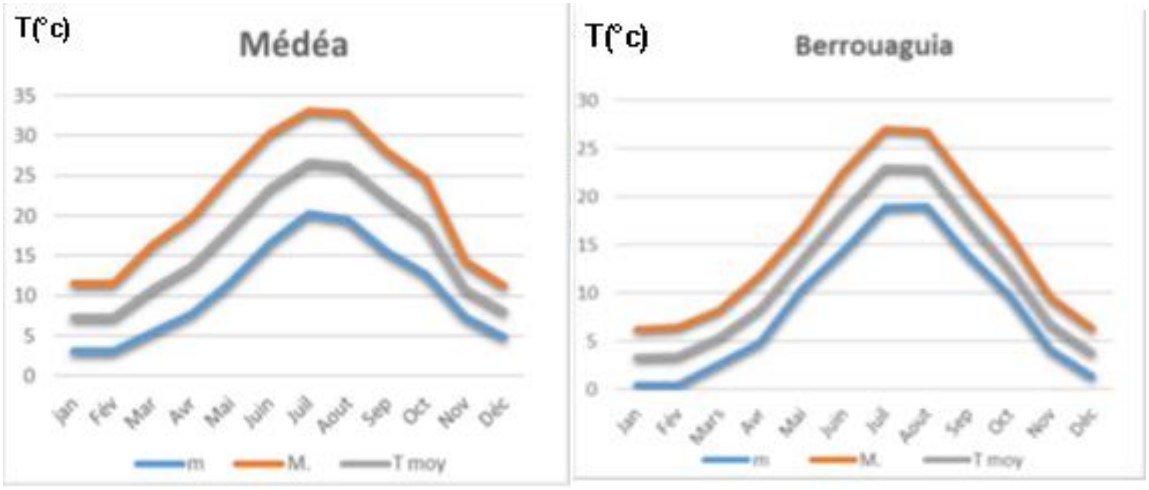


Figure 09: Les températures (moyennes, minimales et maximales) mensuelles des stations de référence (en °C).

1.3. Les données complémentaires

1.3.1. Le vent

Le vent constitue dans certains biotopes un facteur écologique limitant, sous l'influence des vents violents, la végétation est limitée dans son développement (Abdelbaki, 2012).

Le vent d'un côté, a une action indirecte :

- En abaissant ou en augmentant la température ;
- En augmentant la vitesse d'évaporation, il a donc un pouvoir desséchant.

La direction du vent intervient aussi dans la modification du milieu, car certains versant peuvent être plus arrosés que d'autres d'où la variation du couvert végétal (Abdelbaki, 2012).

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 reconnaitre au vent une action positive dans le sens où il assure la pollinisation.

La force des vents

La force des vents est estimer d'après une échelle dite télégraphique varie 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

Tableau 08 : Moyennes mensuelles des vitesses des vents (en m/s) (ONM, 2018).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Ann
Médéa (1990-2018)	3.3	3.2	3.4	3.7	3.2	3.2	2.8	2.7	3	3	3.5	3.5	3.2

D'après les données de l'ONM résumées dans le tableau (08), et durant la période de (1990-2018), la vitesse annuelle moyenne du vent dans la wilaya de Médéa en général est de 3.2 m/s, elle prend le maximum au cours du mois d'Avril (3.7 m/s) et le minimum dans le mois Aout (2.7 m/s).

1.3.2. L'humidité relative

C'est le rapport exprimé en pourcentage entre la teneur réelle de l'air en vapeur d'eau à la température à laquelle il se trouve, et celle que l'on relèverait s'il était à saturation à la même température (RAMADE, 1993).

Tableau 9: Humidité relative moyennes (en %) de la station de Médéa.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Ann
Médéa(1990-2018)	80	78	72	71	67	54	47	51	6 3	69	80	83	68

L'analyse du tableau (9), montre que l'humidité relative moyenne de la station de Médéa est de 68 %, ce qui peut être expliqué par l'influence de l'altitude qui atteinte 1030 mètres.

Cette station enregistre en hiver (Décembre) un taux d'humidité atteignant 83%, tandis qu'en été (Juillet) elle descend à 47%.

1.3.3. L'évaporation

Tableau 10: Evaporation mensuelle (mm) de station de Médéa (ONM, 2018).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Ann
Medea(1990-2018)	42	46	76	86	118	187	228	208	128	101	52	38	1309

Selon les données existantes (Tableau 10), la quantité moyenne mensuelle d'eau évaporée est variable selon le mois, elle est très importante du mois de Mai à mois d'Octobre, avec un taux annuel de 1309 mm/an.

1.3.4. L'insolation

Tableau 11 : Durée mensuelle de l'insolation totale (en heures) de station de Médéa (ONM, 2018).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Ann
Médéa (1990-2018)	163	176	229	240	278	334	349	326	260	230	167.5	137.7	2888.6

Le tableau 11 montre que la durée d'ensoleillement est variable d'un mois à l'autre, elle est très importante en allant du mois de Mars à mois d'Octobre, la plus importante est en mois de Juillet avec 349h/mois, et le moins intense est mois de Décembre avec 137.7 h/mois, la moyenne annuelle de 2888.6 h/an.

1.3.5. La gelée

La gelée survient quand les températures minimales (m) tombent au-dessous de 0°C (Seltezer, 1946). Elle est fortement influencée par l'altitude.

Tableau 12 : Nombre de jours de gelée de station de Médéa (ONM, 2018).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Ann
Médéa(1990-2018)	9.25	6.75	3	1	0	0	0	0	0	0	1.66	4.75	26.41

le tableau 12, montre que près de 26 jours de gelée sont enregistrés durant toute la saison froide, avec un maximum en Janvier et Février (respectivement 9.25 et 6.75. Ce résultat expliqué par l'altitude de la station qui atteint 1030 m.

2. Synthèse climatique et bioclimatique

La synthèse des données climatiques, nous permet de décrire les caractéristiques du climat qui règne dans notre zone d'étude. Elle fait appel à plusieurs indices calculés à partir de deux principaux paramètres climatiques ; la température et les précipitations. En tenant compte de leurs valeurs moyennes et leur variation tout au long de l'année.

Les plus utilisés en région méditerranéenne sont : Le diagramme ombrothermique de BANGOULS et GAUSSEN (1953) et le climagramme pluviothérmique d'Emberger

2.1. Diagramme Ombrothermique

Le diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) montre l'importance de la période sèche, en tenant compte de la moyenne mensuelle des températures moyennes (°C) et des précipitations (mm), ils définissent un mois sec comme étant « celui ou le total mensuel des précipitations exprimé en millimètre est égal ou inférieur au double de la température moyenne mensuelle exprimé en degrés centigrades » (BANGOULS et GAUSSEN, 1953).

$$P \leq 2T$$

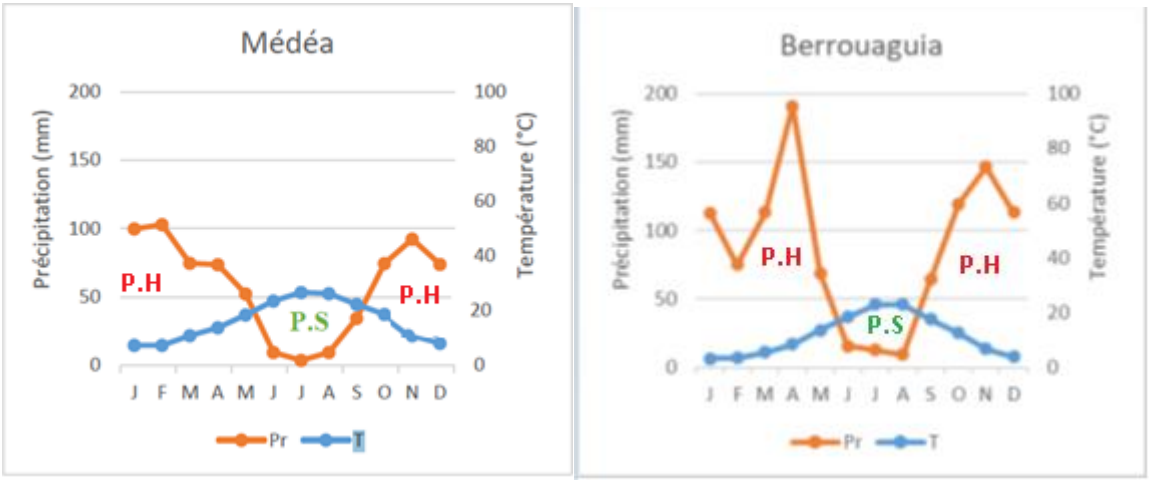


Figure 10 : Diagrammes ombrothérmique de Bangouls et Gaussen (1953) des stations de références.

L'importance de la période sèche (P.S) est indiquée par la surface d'intersection des courbes ombriques et thérmiques.

Dans notre zone d'étude les deux stations sont caractérisées par une période sèche estivale qui dure environ 5 mois pour la station de Médéa (de Mai à Septembre) et environ 3 mois pour la station d'El-Berrouaguia (de juin à août), ce qui peut être expliqué par l'influence des facteur altitudinales sur la variation des pluviosité moyenne annuelle d'une station à une autre (l'altitude de la station d'El-Berrouaghia est supérieure à celle de Médéa).

2.2. Quotient pluviométrique

La classification la plus souvent utilisée pour caractériser le climat méditerranéen d'une localité a été élaborée par EMBERGER (1939). Celle-ci utilise un diagramme bidimensionnel dans lequel la valeur du « Quotient pluviothermique » est reportée en ordonnée et la moyenne des températures dumois le plus froid « m » de l'année en abscisse. La représentation d'un

ensemble de stations de la région biogéographique méditerranéenne a permis de délimiter 6 zones climatiques : l'hyper-aride (saharien) l'aride, semi-aride, subhumide, humide, et le per-humide.

Le positionnement sur à tel diagramme a été formulé de la façon suivante, qui tient compte à la fois de la pluviosité, de la moyenne des températures annuelles ((M+ m) /2) et de l'amplitude thermique (M-m) :

$$Q2= 1000P/ (M+m/2) (M-m)$$

Ou $$Q2 = 2000\ P / (M^2 – m^2)$$

Q2 : quotient pluviothermique.

P : Pluviosité moyenne annuelle

M : moyenne des minimums du mois le plus froid (degré Kelvin, °K)

m : moyenne des maximums du mois le plus chaud (degré Kelvin, °K)

D'une manière générale, un climat méditerranéen est d'autant plus humide que le quotient est plus grand.

Après le calcul des quotients, nous les avons placés sur le climagramme d'EMBERGER (Figure 11), on remarque alors que : les étages bioclimatiques avec leurs variantes thermiques sont les suivantes (Tableau 13) :

Tableau 13 : Valeurs du « Q2 » et étages bioclimatiques des stations de référence.

Station	m(°C)	Q2	Zone bioclimatique	Variante thermique
Médéa	3.055	80	Sub-humide inferieur	Hiver tempéré
Berrouaghia	0.41	136.46	Humide	Hiver frais

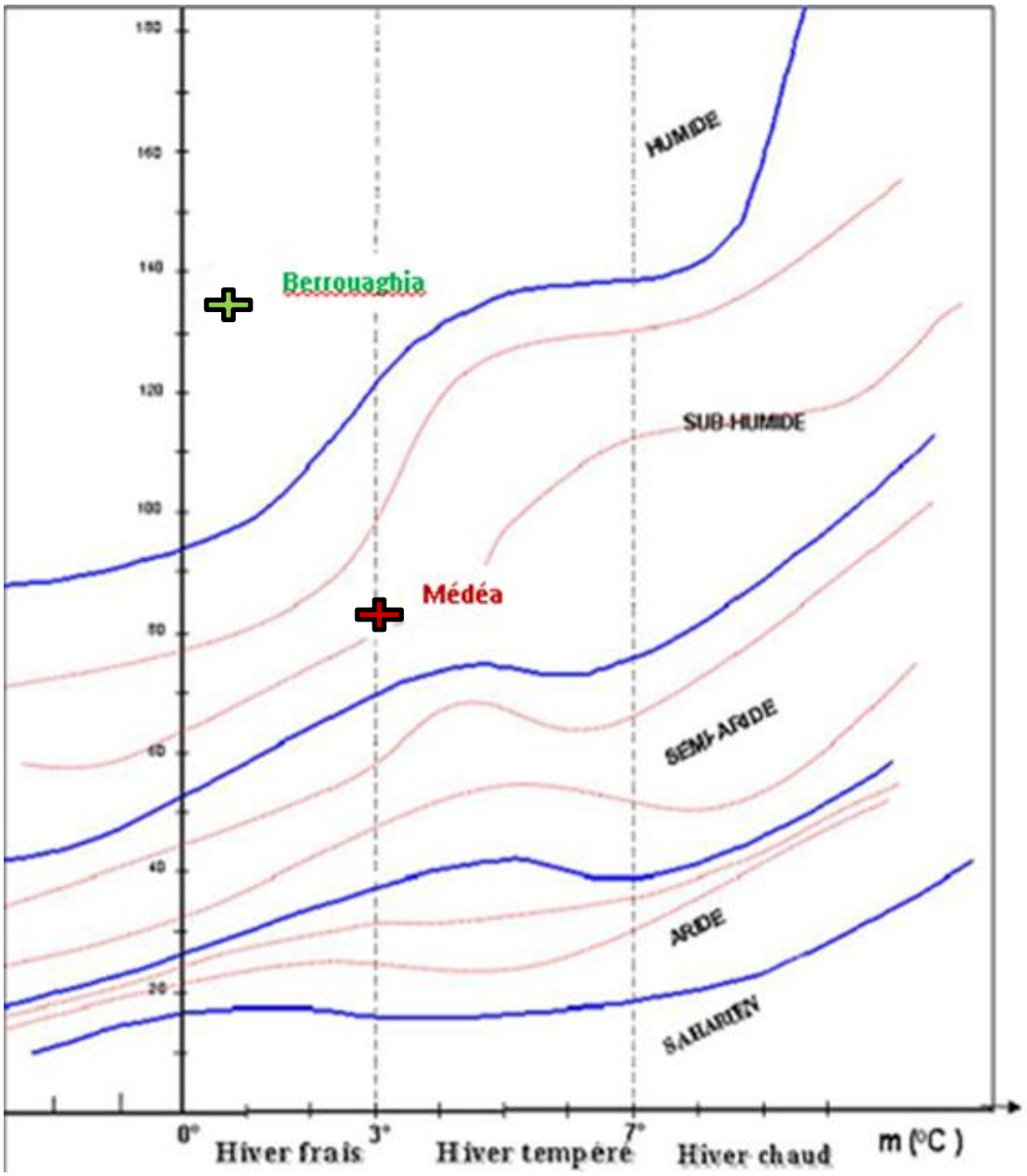


Figure 11 : Positionnement des stations de référence sur le Climagramme d'Emberger (1955).

A partir des résultats qui obtenus ; nous constatons que les valeurs des quotients (Q2) d'EMBERGER des stations de référence et durant la période étudiée est égale à 80 pour la station de Médéa et de 136,26 pour la station d'El-Berrouaghia. Ce qui place ces 2 stations, respectivement, dans la zone bioclimatique Sub-humide inférieur variante à hiver tempéré et la zone bioclimatique humide variante à hiver frais.

2.3. Les indices de continentalité

2.3.1. L'indice de continentalité pluviométrique d'Angot (1906)

Cet indice ne fait intervenir que les précipitations mensuelles et caractérise le degré de continentalité pluviale des sites.il est représentée par le coefficient « C », qui est déterminée comme étant le rapport de la somme des précipitations des 6 mois les plus chauds (P1) soit de mai à octobre et de la somme des précipitations des 6 mois les plus froids (P2), soit de novembre à août.

$$C = P1 / P2$$

2.3.2. L'indice de continentalité thermique de (DAGET 1977)

Il caractérise la continentalité thermique des sites par la concentration estivale des températures. On peut l'utiliser avec le coefficient d'Angot pour avoir une idée des variations pluviothermiques selon le degré de continentalité.

$$K' = \frac{1.7\ A}{\sin(\gamma + 10 + 9h)} - 14$$

A = amplitude thermiquemoyenne annuelle en °C

γ = latitude en degré d'arc

h = altitude

en kilomètres

Généralement pour un climat méditerranéen, la continentalité pluviale est toujours inférieure à 1 en raison de la forte sécheresse estivale.

Par contre, pointe de vu thermique, ce climat étant par nature contrasté, les amplitudes annuelles sont importantes mais, comme elles dépendent avant tout de l'importance des températures estivales, elles sont peu déterminantes pour la végétation en tant que facteur thermique.

Le calcul de ces deux coefficients, « C et K' », sont indiqués dans le tableau suivant :

Tableau 14 : Indices de continentalité thermique et pluvial et le type de climat des stations de référence :

Stations	K'	C	Type de climat
Médéa	26.23	0.290	Climat méditerranéen Semi-continental faiblement contrasté
Berrouaghia	26.30	0.316	Climat méditerranéen Semi-continental faiblement contrasté

Selon ces résultats et à l'aide d le diagramme de continentalité nous pouvant constater que les deux stations appartiennent à un climat Méditerranéen semi-continental faiblement contrasté, et cet état de fait varie selon la distance de la station par apport à la mer, ainsi que la progression à l'intérieur de continent, plus les influences régulatrices de la température du climat maritime s'estompe laisse place à un climat continental plus prononcé.

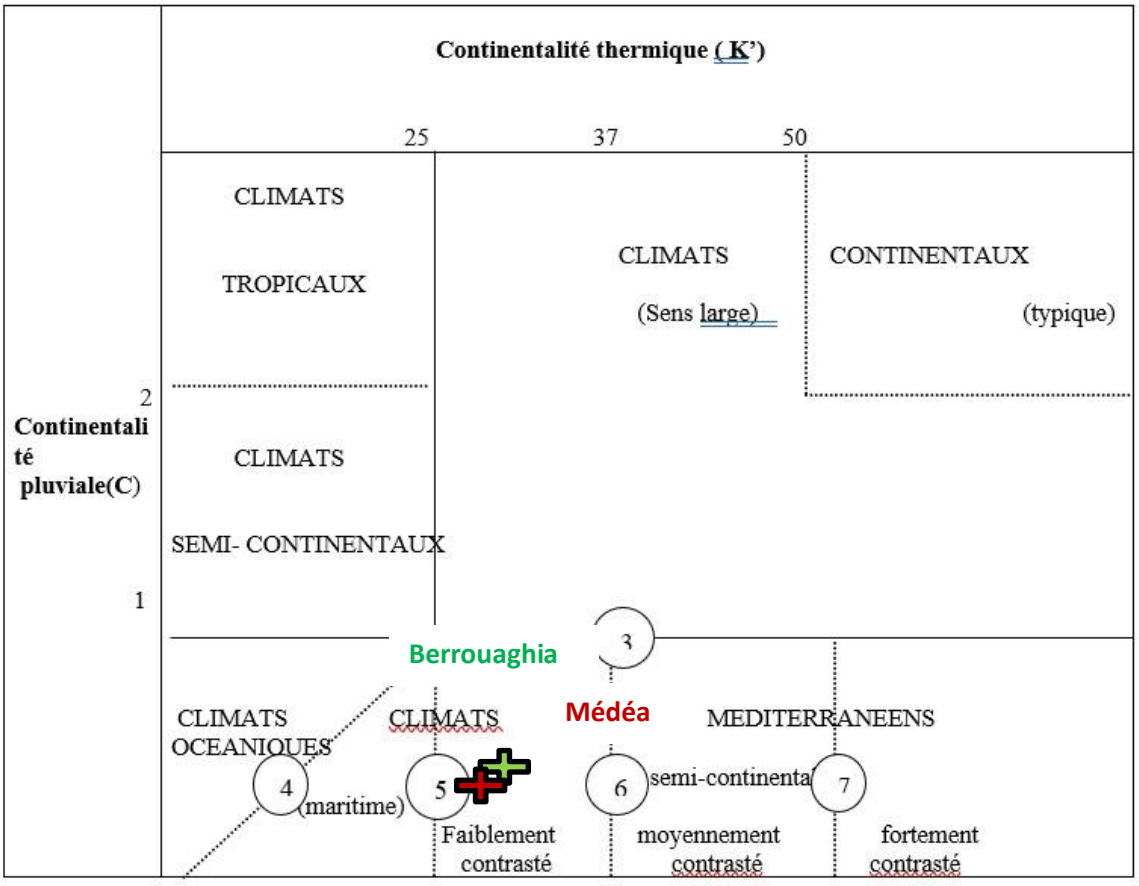


Figure 12 : Diagramme de l'expression synthétique de la continentalité des stations référence (DAGET, 1977).

VIII. Cadre biotique

1. La flore de la station d'étude

La flore locale est constituée essentiellement deux essences forestières principale qui sont : le chêne liège (*Quercus suber*) et le genévrier (*Junipirus oxycedrus*), (DGF, 2020).

1.1. Groupement de chêne liège (*Quercus suber*)

Ce groupement prospère sur les pentes, relativement dense dans le versant Nord-Est et Nord-Ouest et moyennement dense dans le versant sud, répartie en différentes type de formation végétale (forêt, matorral arboré et maquis). Le chêne liège est en concurrence avec le chêne vert et le lentisque.

1.2. Groupement de genévrier (*Junipirus oxycedrus*)

Ce groupement prospère relativement toute la forêt répartie en différentes type de formation végétale (forêt, matorral et maquis).
Le reste du peuplement est composé de maquis de chêne vert (*Quercus ilex*), le lentisque (*Pistacia lentiscus*), et le pistachier d'atlas (*Pistacia atlantica*), et la Filaire à large feuille (*Phillyrealatifolia*)

2. La faune de la station d'étude

Le patrimoine faunistique existant dans la forêt domaniale est varié, composé essentiellement de : chacal, sanglier, renard roux, hyène rayée, lièvre et hérisson.
Pour les oiseaux on trouve : la tourterelle, la huppe fasciée, pigeon colombin, milan royal, chouette hulotte, serin cini (DGF, 2016).Il ya des espèces qui sont en voie de disparition comme ; porc-épic, la genette, la mangouste et l'écureuil de barbarie, pour les oiseaux ; le chardonneret élégant. (DGF, 2020).

3. Facteurs socio-économiques

Les riverains de notre zone d'étude sont constitués essentiellement
• Au Nord, Benchikao avec une population moyenne, leur activité principale est l'arboriculture fruitière exercé pour les fractions surtout celui des ovins et des bovins et des caprins,
• A l'Ouest, forêt de Theniet el Ghezlane

• Au Sud, la commune d'el Berrouaghia avec une population importante dont leur activité principale est industrielle : Unité de Production de Pompes à Engrenages Agricole (poval) et Compagnie d'Electricité El-Berrouaghia (SKB).

• A l'Est, une base d'entreprise chinoise China State Construction Engineering (CSCEC) et canton d'Ouled M'lel avec une population faible, leur activité Principale est la Céréaliculture et l'arboriculture fruitière. (DGF, 2020)

Conclusion

Les caractéristiques de notre zone d'étude, sont comme suivantes ; pour la pédologie, on a distingué deux types de sols : sols de rendzines et sols bruns calcaires.

En ce qui concerne la géomorphologie, notre région est dominée par des reliefs accidentés et des terrains plats. De point de vue hydrologique, le réseau hydrique est regroupé dans Oued El-Hammam qui déverse dans Oued Chair, celui-ci déverse dans Oued El-Maleh, qui fait partie du Bassin versant d'Oued ISSER.

Pour les variables climatiques, notre région présente une pluviosité moyenne annuelle est de 1041mm avec un régime saisonnier de type HPEA, les températures maximales 27°C en Juillet et des températures minimales 0.41 °C au mois de janvier, Toutes ces variables influent d'une manière importante sur la répartition et l'écologie de la végétation forestière présente dans cette région.

La végétation qui caractérise notre zone d'étude est une végétation forestière, les essences forestières dominant sont le chêne liège (*Quercus suber*) et le de genévrier (*Juniperusoxycèdrus*), nous remarquerons également aussi des formations de maquis de chêne vert (*Quercus ilex*) et, avec autre espèces constituant le sous-bois.

CHAPITRE III : CONCEPTS, MATERIELS ET METHODES

I-SIG ET TELEDETECTION

I.1.Systeme d'information géographique

I.1.1.Définition de SIG

Plusieurs définitions ont été proposés par les défirent auteurs et spécialistes, et qui Convergent vers un même objectif : la possibilité de numériser l'information géographique et d'en confier la gestion a l'ordinateur.

La société française de photogrammétrie et télédétection (1989) a défini un SIG Comme étant « un système informatique permettant, à partir de diverses sources, de rassembler et d'organiser, de gérer, d'analyser et de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées Géographiquement, contribuant notamment à la gestion de l'espace **(Tir, 2016) ».**Les systèmes d'information géographique (SIG) sont des outils informatises permettant de définir un environnement de gestion et d'exploitation de données localisée dans l'espace **(Chorowicz et al,2007)**

C'est un système qui, dans sa globalité, regroupe des équipements, des procédures, des ressources humaines et surtout des matières premières prêtes au traitement, et ce, pour pouvoir, fournir les informations désirées **(Zaoui, 2013).**

I.1.2. Nature des donnes dans un SIG

D'après**Fauconnier (1994),** un SIG comprend deux types de bases de données :

- La base des données spatiales qui décrit les coordonnées et la forme géographiques des éléments de la base;
- La base de données attributs, qui comprend les caractéristiques divers de ces éléments. Ces deux bases peuvent être distinctes, ou intégrées dans une même entité **(Tir, 2016).**

I.1.3. Rôle de SIG

Selon **Ashok (2008)**, les rôles des SIG sont **:**

- **Abstraction :** modélisation de la base de données en définissant les objets, leurs attributs etleurs relations ;
- **Acquisition :** alimentation du SIG en données, il faut d'une part définir la forme des objetsgéographiques et d'autre part leur attributs et relations;

- **Archivage :** transfert des données de l'espace de travail vers l'espace d'archivage (disque dur);
- **Analyse :** Réponse aux questions posées;
- **Affichage :** Production des cartes de façon automatique.

I.1.4. Les composantes de SIG

Le système d'information géographique est constitué de 05 composantes:

- **Logiciels**

  Le SIG comprends de nombreux logiciels qui gèrent les données, et offrent les outils et les fonctions pour le sticker, analyser et afficher toutes les informations.
- **Matériels**

  Le SIG fonctionne sur des ordinateurs connectés au réseau ou utilisés de fonction autonomes et les scanners permettent la numérisation des cartes.
- **Les Données**

  La qualité des données et d'une importance primordiale, des données géographiques et des données tabulaires attachées.
- **Les Utilisateurs**

  Le SIG s'adresse à une grande communauté d'utilisateur depuis ceux qui créent et maintiennent le système, jusqu'aux personnes utilisant dans leur travail quotidien la dimension graphique (BENABDELIAH et al ,2010)
- **Méthodes**

  La mise en œuvre d'un SIG ne peut s'envisager sans le respect de certaines règles et procédures propre 0 chaque organisme (BENABDELIAH et Al,2010).

I.1.5. Base des données

Une base de données (B.D) peut être définie comme étant un ensemble structuré , exhaustif , et non redondant de données enregistrés sur des supports accessibles par ordinateur pour satisfaire simultanément plusieurs utilisateur de façon sélective et en temps opportun (ASPINALL,1999).elle représente une masse d'information brutes ou traités permettent d'alimenter un système ,leur synthèse apportant des connaissances plus exploitables (BENMESSAOUD,2009).elle est gérée par un système de gestion de base de données (S.G.B.D).

I.1.6. Domaine application SIG

Les domaines d'application des SIG sont aussi nombreux que variés **(Habert**, **2000)**. Citons

Cependant :

- Tourisme (gestion des infrastructures, itinéraires touristiques) ;
- Marketing (localisation des clients, analyse du site);
- Planification urbaine (cadastre, POS, voirie, réseaux assainissement);
- Protection civile (gestion et prévention des catastrophes);
- Transport (planification des transports urbains, optimisation d'itinéraires);
- Hydrologie;
- Forêt (cartographie pour aménagement, gestion des coupes et sylviculture);
- Géologie (prospection minière);
- Biologie (études du déplacement des populations animales);
- Télécommunication (Implantation d'antennes pour les téléphones mobiles).

I.2. Télédétection

I.2.1. Définition

La télédétection englobe toute la technique qui permet d'obtenir des informations sur un objet sans contact physique avec ce denier. Pratiquement, il s'agit surtout de la technologie liée à la cartographie et à la surveillance de la caractéristique et des ressources terrestres à partir de données recueillies par des appareils aéroportés ou des satellites spatiaux.
(Malingreau, 1992).
La télédétection est une technique qui permet, a l'aide d'un capteur, d'observer et d'enregistrer le rayonnement électromagnétique, émis ou réfléchi, par une cible quelque ce sans contact direct avec celle-ci. Le traitement et l'analyse des informations véhiculées par le rayonnement enregistre permettent d'accéder à certain propriété de cette cible :
Géométrique (position, forme et dimension), optiques (réflexion, transmission, absorption, etc.) et physico- chimique (température, teneur en eau, chlorophylle foliaire, phyto-masse, matière organique du sol,….) (Soudani, 2007).

I.2.2. Processus de télédétection

Le processus de la télédétection au moyen de systèmes imageurs comporte les sept étapes

Suivantes (Figure 13):

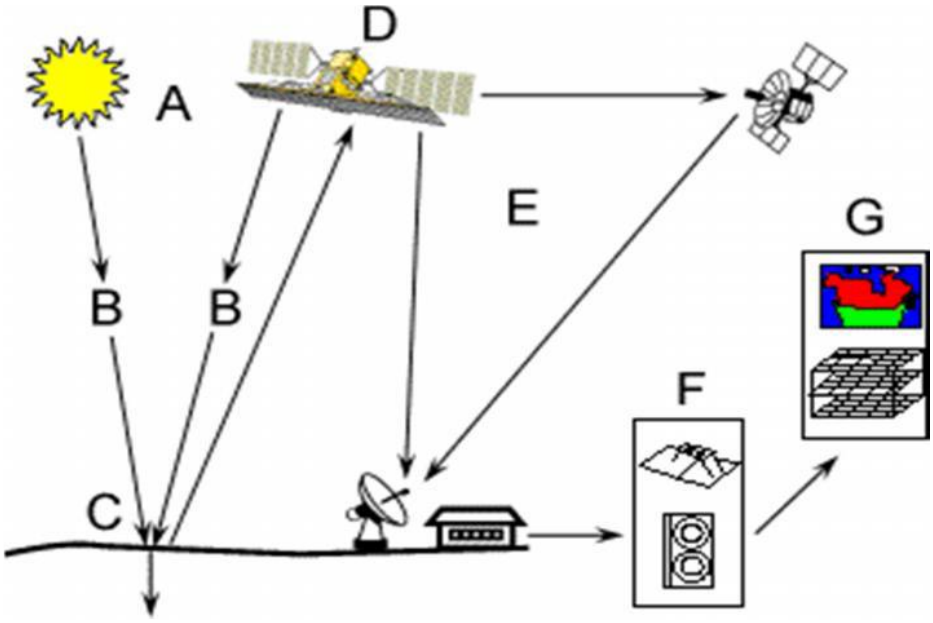


Figure 13: Processus de télédétection (Centre Canadian de télédétection, 1999)

2. A. Source d'énergie ou d'illumination (A) : À l'origine de tout processus detélédétection se trouve nécessairement une source d'énergie pour illuminer la cible ;

2. B. Rayonnement et atmosphère (B) : Durant son parcours entre la source d'énergie et lacible, le rayonnement interagit avec l'atmosphère ;

2. C. Interaction avec la cible (C) : Une fois parvenue à la cible, l'énergie interagit avec lasurface de celle-ci ;

2. D. Enregistrement de l'énergie par le capteur (D) : Une fois l'énergie diffusée ou émisepar la cible, elle doit être captée à distance (par un capteur qui n'est pas en contact avec lacible) pour être enfin enregistrée ;

2. E. Transmission, réception et traitement (E) :L'énergie enregistrée par le capteur esttransmis, souvent par des moyens électroniques, à une station de réception où l'informationest transformée en images ;

2. F. Interprétation et analyse (F) : Une interprétation visuelle et/ou numérique de l'imagetraitée est ensuite nécessaire pour extraire l'information que l'on désire obtenir sur la cible

2. G. Application (G) : La dernière étape du processus consiste à utiliser l'information extraite de l'image pour mieux comprendre la cible, pour nous en faire découvrir de nouveaux aspects ou pour aider à résoudre un problème particulier.

L'on distingue en général les moyens de **télédétection « actif » et « passif »** (Figure 14)**:**

Télédétection passive: enregistrement du rayonnement naturel, fourni par la lumière ou la chaleur, qu'il soit émis, réfléchi ou réfracté (ex : photographies aériennes du paysage éclairé par la lumière du soleil ainsi que certaines images satellitaires comme (SENTINEL-2, LANDSAT, IKONOS, SPOT,…)

Télédétection active: enregistrement du rayonnement que réfléchit l'objet ou le paysage « illuminé » par l'appareil de mesure (ex : images radar (SENTINEL-1,…)) (DENIS,2020)

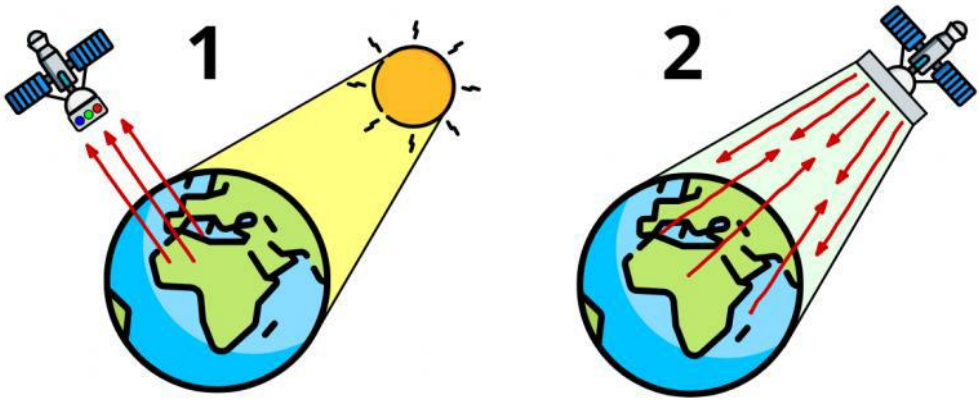


Figure 14 : Illustration des principes de télédétection passive (à gauche) et de télédétection active (à droite). (DENIS,2020).

I.2.3. Bases physique de la télédétection

I.2.3.1. Le rayonnement électromagnétique

En télédétection, on utilise les propriétés physiques des objets observés, en particulier leurs propriétés optiques, pour acquérir de l'information sur la nature de ces objets. Cette information est portée vers le système d'observation à l'aide d'un rayonnement électromagnétique, comme la lumière, qui est la manifestation visible de ce rayonnement. Le système d'observation reçoit ce rayonnement et le traduit en éléments compréhensibles par l'utilisateur comme des images ou des données chiffrées (Beldjazia.2019).

I.2.3.2. Les ondes électromagnétiques

L'énergie peut se transporter d'un point à un autre sous forme d'ondes. Certaines ondes nécessitent pour se propager un milieu favorable ; c'est le cas des ondes séismiques, par exemple, qui se transmettent dans les matériaux solides, ou encore du son qui voyage dans l'air ou dans l'eau.

Une onde électromagnétique est représentée par deux vecteurs perpendiculaires indissociables, dont l'amplitude varie périodiquement avec le temps : le champ électrique *E* et le champ magnétique *H*. La direction de propagation de cette onde est perpendiculaire au plan défini par ces deux vecteurs.(Beldjazia,2019)

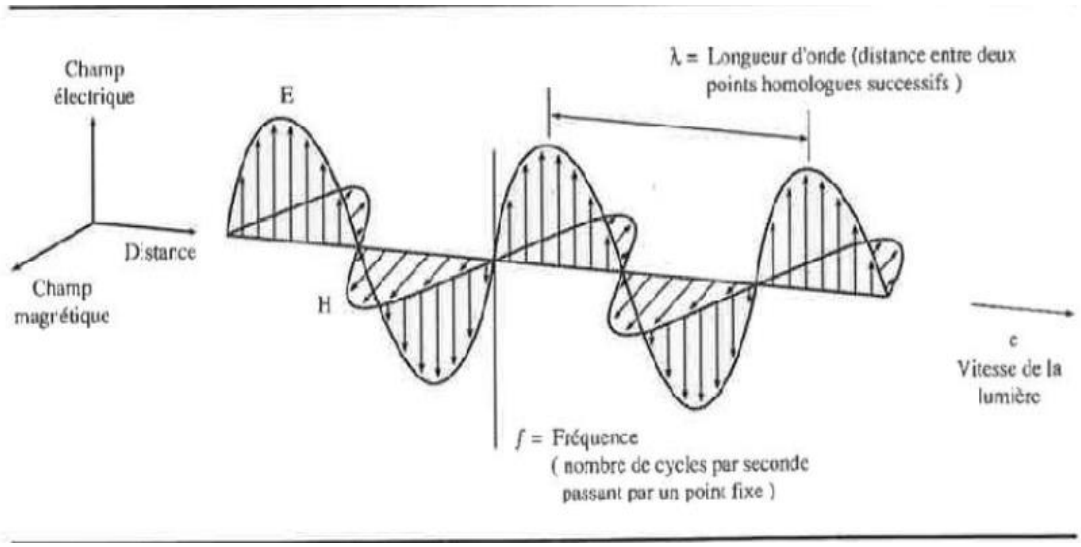


Figure 15 : L'onde électromagnétique simple (monochromatique, plane) (Lillesand et Kiefer, 2000).

I.2.3.3. Le spectre électromagnétique

Les différentes ondes électromagnétiques que l'on peut observer dans la nature sont le résultat de la superposition d'ondes sinusoïdales simples, caractérisées chacune par une amplitude et une fréquence différentes, et donc par des longueurs d'onde propres. La superposition de deux ondes sinusoïdales peut se visualiser simplement par deux ondes simples mais d'amplitude et de fréquence différentes se superposant pour former une onde complexe (Beldjazia.2019).

I.2.4.Les domaines d'application de la télédétection en Ecologie

Si à la base les applications étaient plutôt militaires, de nombreuses disciplines utilisent les images satellite (tableau 6.Annex).



Figure 16 : Quelques exemples d'application de la télédétection spatiale : carte d'occupation du sol, suivi des conditions atmosphériques, réalisation de Modèles Numériques de Terrain (MNT)(DENIS.2020)

II.MATERIELS ET METHODES

II.1.materiels utilises

II.1.1.Pour la Cartographié

II.1.1.1.Logiciels

ENVI 4.5 : ENVI fournit des outils pour la visualisation, le géo référencement, leprétraitement, la classification et l'analyse de l'image satellitaire (**Thomas et al, 2005).**

Il répond à la plus part des exigences de bases nécessaire pour le traitement d'une image : Visualisation et traitement des données de télédétection ;

- Traitement et analyse spectrale de l'imagerie multi spectrale et hyper spectrale;
- Géo référencement des images;
- Ortho rectification ;
- Classification et interprétation interactive ;
- Analyse de la végétation à l'aide des indices de végétation (NDVI);
- Correction géométrique et radiométrique;
- Amélioration interactive (spectrale et spatiale d'une image);
- Calibrage et correction atmosphérique;
- Support des formats raster et vecteur.

ARCGIS 10.7: Arc-gis est un logiciel permettant d'exploiter un système d'information géographique (SIG), un logiciel SIG permet l'acquisition, le stockage, la mise à jour, la manipulation, et le traitement de données géographiques. De plus, il permet de faire de la cartographie et de l'analyse spatiale de façon précise en fonction de l'échelle désirée. (Belloullou.2017).

.**Excel 2007 :** La saisie, le filtrage et la codification des données des éléments ont été faits par le Microsoft Excel.

Google Earth Pro : Google Earth offre des prises d'images qui couvrent l'ensemble duglobe. Elles sont prises parfois pendant les trois dernières années et sont mises à jourcontinuellement. La résolution varie d'un endroit à l'autre, généralement ilPermet à l'utilisateur de voir les principales caractéristiques géographiques et artificiellesde développement comme les villes et les routes principales (Karen, 2008).

C'est une représentation de la planète terre en 3D, interactive et disponible en ligne, construites à partir d'un très grand nombre (milliers/millions) d'images satellites issues de différents capteurs, de différentes résolutions spatiales et enregistrées à différents moments. Il ne s'agit donc pas (encore) d'une visualisation en directe de la terre ! Google Earth Pro intègre une série de fonctionnalités et de très nombreuses données supplémentaires (limites administratives, photos, lieux, météo, relief, bâtiments 3D, etc) (DENIS,2020)

MapInfo 7.5: Les principales caractéristiques du logiciel sont:

- Operations de superposition des couches thématique;
- Traitement statistique;
- Représentation cartographique, valeur numérique et textuelle, histogramme…etc.
- Efficacité de la gestion de base de données;

- Représentativité du symbole cartographie, de trames et légendes modifiables de façonsinteractive.

QGIS 2.18 : QGIS est un logiciel SIG « open source », élaboré par une communauté de

Développeurs et destiné au traitement des données géographiques.

II.1.2.pour le travail au terrain

II.1.2.1. Outils de prospection

Appareil photo : Nous avons utilisé un appareil photo pour photographier les différents états de la forêt en se basant sur les bilans d'incendies fournit par les services de la conservation des forêts;

GPS : dans le but de déterminer la position tridimensionnelle (altitude, latitude et longitude) de manière continue et instantanée ;

Clisimétre: Appareil permettant de mesurer l'inclinaison d'un plan par rapport à l'horizontale (pente d'un terrain, pendage d'une couche géologique, inclinaison d'un avion, gîte d'un bateau, etc.).(Larousse**)**

Altimètre : Un altimètre est un instrument de mesure permettant de déterminer une **hauteur par rapport à un niveau de référence** : le sol (0 mètre), le niveau de la mer (0 mètre), ou une surface isobare (1013hPa).

Boussole : la boussole nous permet de s'orienter sur le terrain ,et pour indiquer l'exposition des relevés phytographiques réalisés.



Figure 17 .le matériel utilisable dans les sorties sur terrain

II.1.2.2. Matériel d'herborisation des échantillons

- Un crayon pour les prises de notes
-Un carnet de notes pour la prise des informations sur le terrain
- Un sécateur.
- Un sac en plastique pour conserver les échantillons.
- Des étiquettes pour la numérotation des échantillons.

II.1.2.3.Le matériel de traitement des échantillons comporte

-Une presse simple qui consiste en 2 planches en métal quadrillé bien aérées,
-Des papiers de journal pour dessèchement des échantillons
- Du papier canson épais de taille A4 pour le montage des échantillons
- Des étiquettes de renseignement sur l'échantillon.
- du papier adhésif pour la fixation des échantillons
- Registres pour ranger les échantillons.

II.2. Méthodes

Pour notre travail, l'étude a été réalisée en trois (3) étapes :

1-réalisation des cartes à partir des images satellitaires sur la zone d'étude, au niveau du CTS (Centre des Techniques Spatiales) d'Arzew.

2-Travail au Terrain : Echantillonnage **:** réalisation de la partie pratique

3-Travail au bureau : Analyse des données et réalisations cartographiques.

- Réalisation des cartes à partir des images satellitaires sur la zone d'étude, au niveau du CTS (Centre des Techniques Spatiales) d'Arzew:

II.2.1 Stage Pratique Sur la Télédétection

Dans le cadre de la convention de coopération signée entre le Directeur de Centre des Techniques Spatiales « CTS » et le Recteur de l'université Yahya Farés à Médéa, notre stage a eu lieu au niveau de CTS(Centre des Techniques Spatiales) sur le thème de notre mémoire . La durée du stage de formation est de 15 jours (du 27 mars au 11 avril 2021).

Dans ce stage, nous nous intéresserons à la présentation de l'utilisation de la Télédétection et des SIG pour la gestion des risques de feux de forêts dans le massif forestier d'El Berrouaghia. Afin d'identifier les zones à fort risque d'incendies.

II.2.1.1 méthodologie et données utilisées

Pour le suivi des risques d'incendies des forêts dans la zone d'étude, nous avons traitées lesdonnées spatiales sous le logiciel de traitement d'image ENVI 5.3, ainsi que nous avons utilisé des logiciels SIG comme MapInfo 7.5 et ArcGis10.

Les données satellitaires utilisées dans le cadre de ce travail comportent 10 scènes, fournis par le capteur Landsat TM 8 et Landsat TM 7 de la période 2010 à 2020. Ces données ont été prises en mois de septembre et octobre, ceci afin de détecter les incendies subis dans cette zone durant la saison d'été. Nous n'avons pas utilisé l'image de l'année 2012 suite à non disponibilité de cette scène.

Les caractéristiques générales des images utilisées sont décrites en tableau 17.

Tableau 15. Description des images satellitaires utilisées

Scènes	Date	Type	Résolution (taille de pixel)
196-35	18/08/2020	Landsat 8	30 m
196-35	19/09/2019	Landsat 8	30 m
196-35	30/08/2018	Landsat 8	30 m
196-35	11/09/2017	Landsat 8	30 m
196-35	23/08/2016	Landsat 8	30 m
196-35	22/09/2015	Landsat 8	30 m
196-35	03/09/2014	Landsat 8	30 m
196-35	02/10/2013	Landsat 8	30 m
196-35	11/09/2011	Landsat 7 TM	30 m
196-35	07/08/2010	Landsat 7 TM	30 m

La démarche suivie pour la réalisation de l'évaluation de la carte des risques d'incendies de forêts est présentée en organigramme illustré en figure 18.

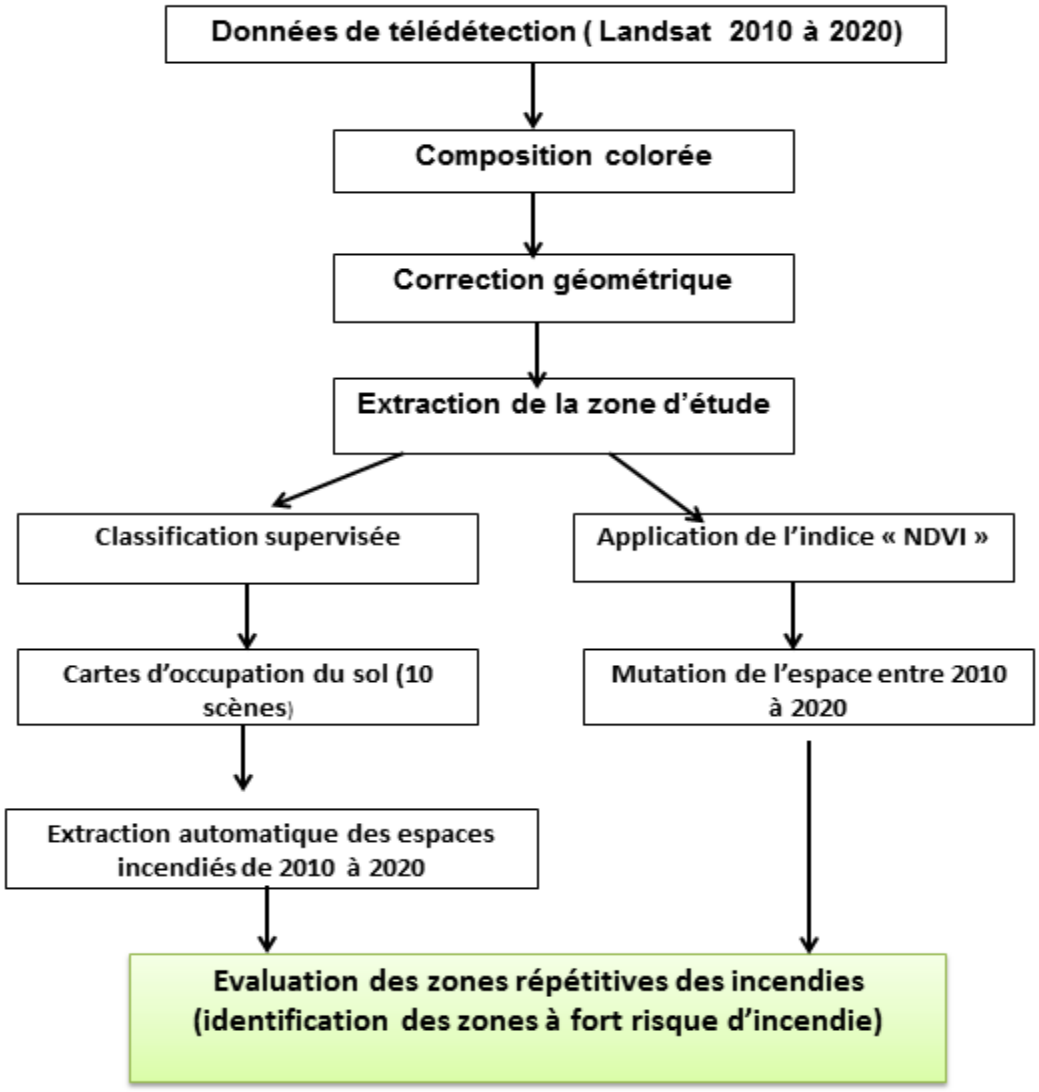


Figure 18. Organigramme de la méthodologie du travail

1. Etude du milieu

Au cours de ce travail de formation, nous avons pris comme zone d'étude les 5 communes de la wilaya (Fig.19) à savoir : Berrouaghia, Benchicao, Zoubiria, Ouled Bouachra, Ouled Antar, qui occupent une superficie de 71 995.410 ha. Dont les coordonnées géographiques sont : longitudes 2°40′ et 3°00′ Est et latitudes 35° 50′ 00" et 36° 10′Nord. Ce choix n'est pas aléatoire vu que notre zone d'étude (F.D.Berrouaghia) est très petite par rapport les images satellitaires choisis .et ces communes présentent des superficies importantes en formations forestières et connues ces dernières années une répétitive des incendies de forêts.

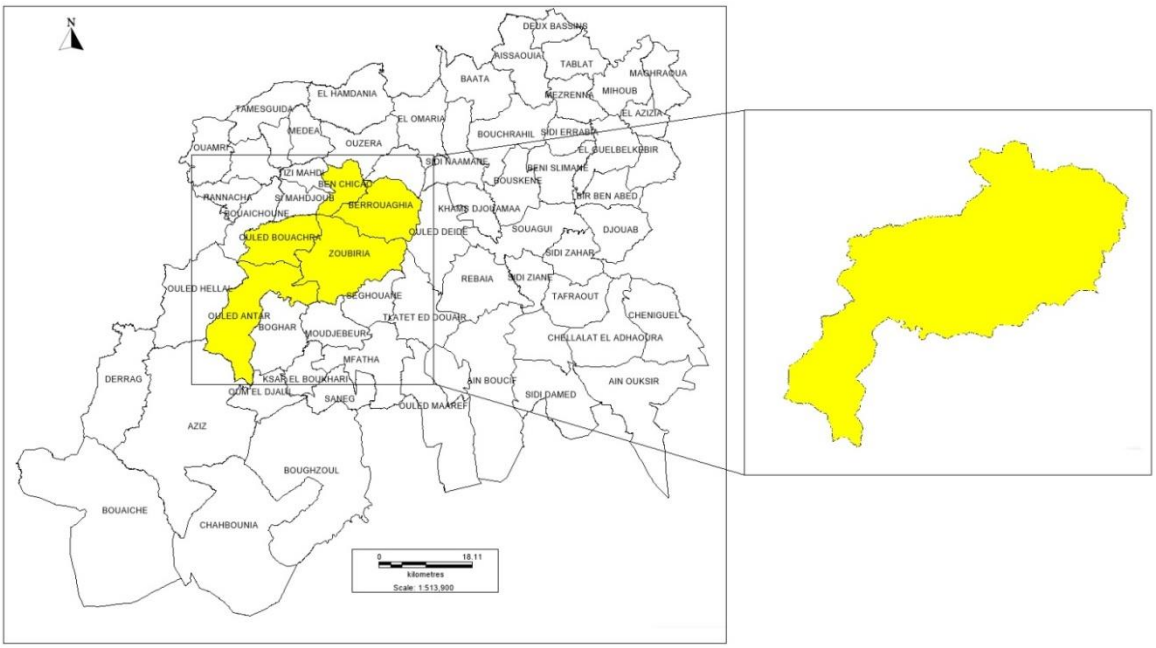


Figure 19. Localisation géographique de la zone d'étude

2. Traitement des données satellitaires

2.1. Composition colorée

En télédétection la représentation significative d'une image peut être faite par une combinaison des couleurs, où chaque bande correspond à une couleur.

L'information apportée par un seul canal ne permet pas toujours de donner un détail satisfaisant et faire ressortir des informations télédétectées. Dans ce cas, il est nécessaire de faire une composition colorée. Dans le cadre de cette application, nous avons réalisé une trichromie des trois bandes : bleu (TM1) ; rouge (TM3) ; proche infrarouge (TM4) du capteur Landsat7. Les bandes : bleu (TM2) ; rouge (TM4) ; proche infrarouge (TM 5) du capteur Landsat 8, ont été codé aux trois couleurs fondamentales : bleu, vert, rouge. C'est-à-dire en associant les couleurs primaires dans l'ordre de classement correspond à leur longueur d'onde. Parmi les 10 scènes (Fig. 20), on prend l'exemple de l'image 2017, à savoir :

La trichromie comporte :

- Le canal proche infrarouge (TM5) est codé en couleur rouge
- Le canal rouge (TM4) est codé par la couleur verte
- Le canal bleu (TM2) est codé par la couleur bleue

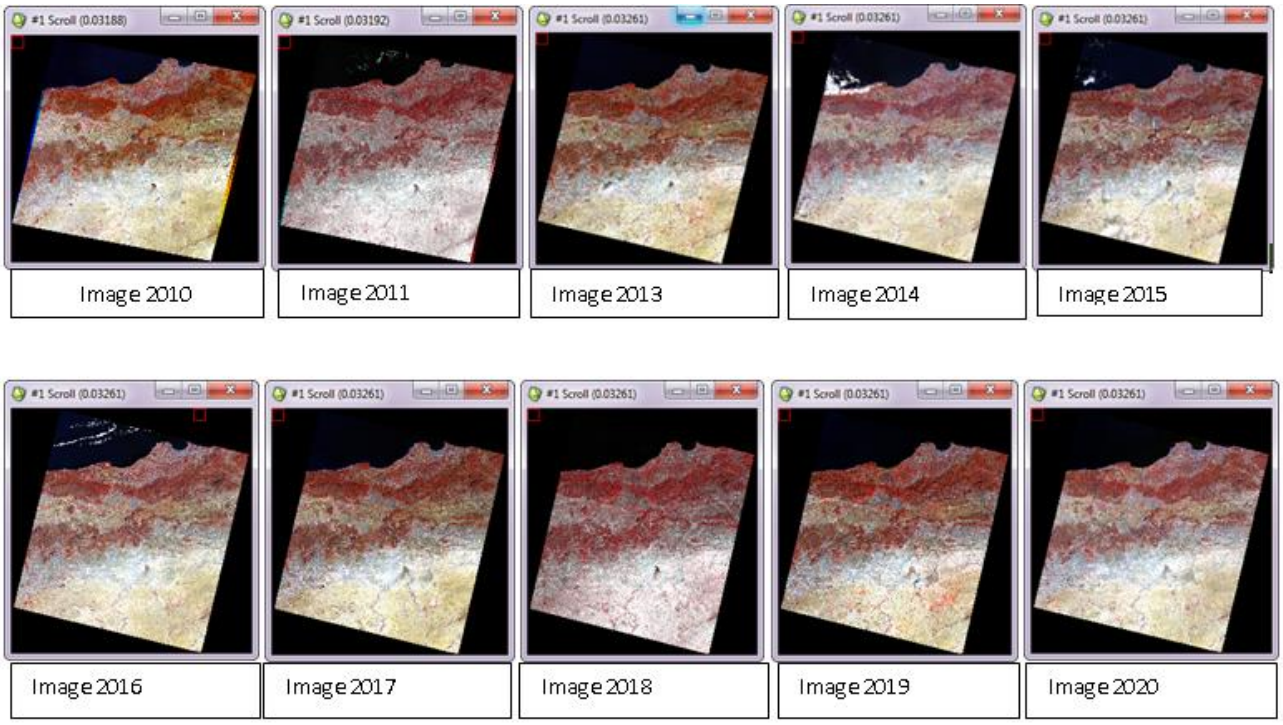


Figure 20. Composition colorée des images Landsat prisent entre 2010 à 2020

2.2.Extraction de la zone d'étude

Pour la réalisation de ce travail, nous avons pris comme zone d'étude les cinq communes de la wilaya de Médéa (Berrouaghia, Benchicao, Ouled Antar, Ouled Bouachra et Zoubiria.).

Afin de délimiter notre zone d'étude, nous avons basé sur le fichier « Tabe » des limites communales d'Algérie réalisées par l'Institut National de Cartographie et de Télédétection « INCT ».

A l'aide d'un logiciel SIG, nous avons émergé les limites communales de la zone d'étude en réalisant un seul vecteur. La superposition de ces limites sur une image satellite nécessite l'exportation du fichier « table » en format « Schep » (Fig. 21).

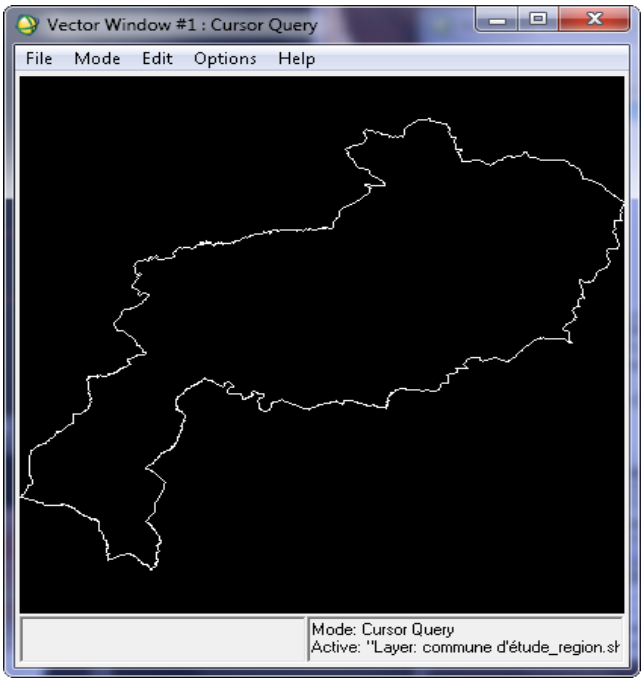


Figure 21. Fichier des limites de la zone d'étude en format EVF

Nous avons suivi ces étapes pour l'extraction de notre zone d'étude :

Elaboration du masque ; nous distinguerons deux étapes : l'élaboration du masque, l'élaboration du masque à un canal. Permet de choisir la base d'élaboration à partir d'une image affichée.

Application du masque : on peut alors appliquer le masque sur un canal ou une image en trichromie (Fig. 22).

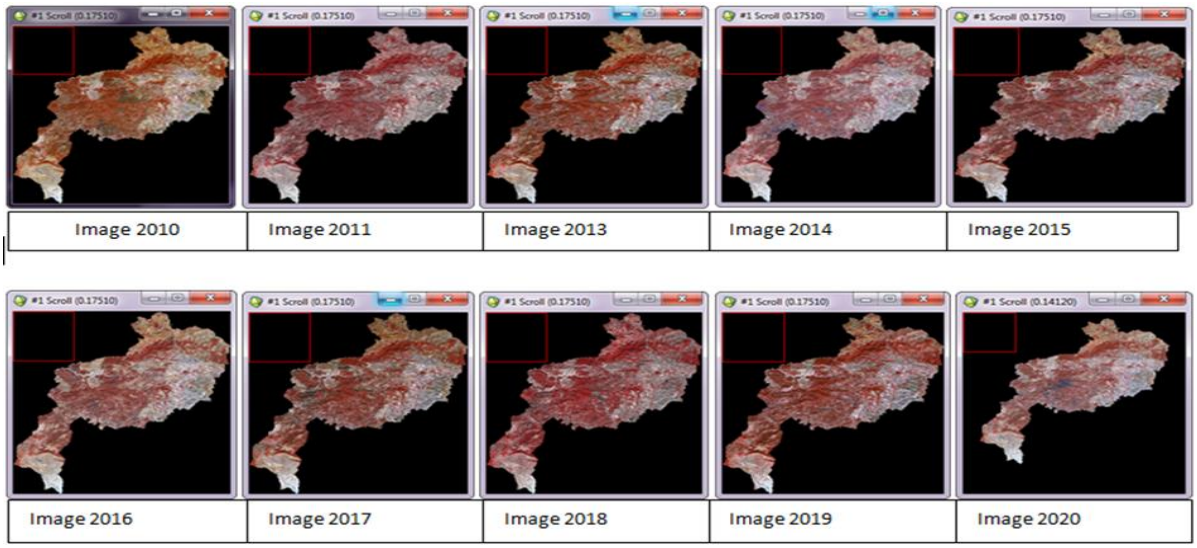


Figure 22. Images Landsat de 2010 à 2020 découpée selon les limites de la zone d'étude

2.3. Détection des mutations de la biomasse végétale (2010 – 2020)

2.3.1 Application des indices de végétation

L'indice de végétation normalisé (NDVI pour Normalise Différence Végétation Index) consiste à soustraire au canal infrarouge (où la couverture végétale a de fortes réflectances) le canal rouge (où les surfaces minéralisées ont de fortes réflectances). Le néo canal résultant présente un gradient croissant d'activité végétale allant du noir signifiant absence de couverture au blanc qui rend compte d'une activité chlorophyllienne très élevée.

Le résultat d'un NDVI prend la forme d'une nouvelle image, la valeur de chaque pixel étant comprise entre 0 (sol nu) et 1 (couvert végétal maximal) (Fig. 23). C'est l'analyse de la palette de nuances s'étendant entre ces valeurs extrêmes (très peu fréquentes) qui va renseigner l'observateur sur la densité du couvert végétal et la quantité de la biomasse verte.

La réponse spectrale d'un couvert végétal dense est forte dans les longueurs d'ondes proches infrarouges (à cause de l'activité chlorophyllienne) et faible dans les longueurs d'ondes rouges, alors que la réponse spectrale d'un couvert très clairsemé est inverse (forte influence des minéraux par rapport à l'activité chlorophyllienne). La différence normalisée permet de rendre compte de ces deux phénomènes sur une même image.

L'indice de NDVI est calculé par la formule suivante (Equation.1):

NDVI= [(infrarouge-rouge)/ (infrarouge+ rouge)](Equation.1)

Le résultat de l'application de l'NDVI sur les images de 2010 à 2020 indique une activité Chlorophyllienne important au niveau de la formation forestière et faible au niveau du sol nu et des formations forestières incendiées. Ce qui permet de détecter automatiquement les incendies de forêts, car ces espaces ont des fortes valeurs de l'indice durant l'année précédente, alors ils sont devenus dégradés dans l'année en cours, et comportent alors des faibles valeurs en raison des incendies.

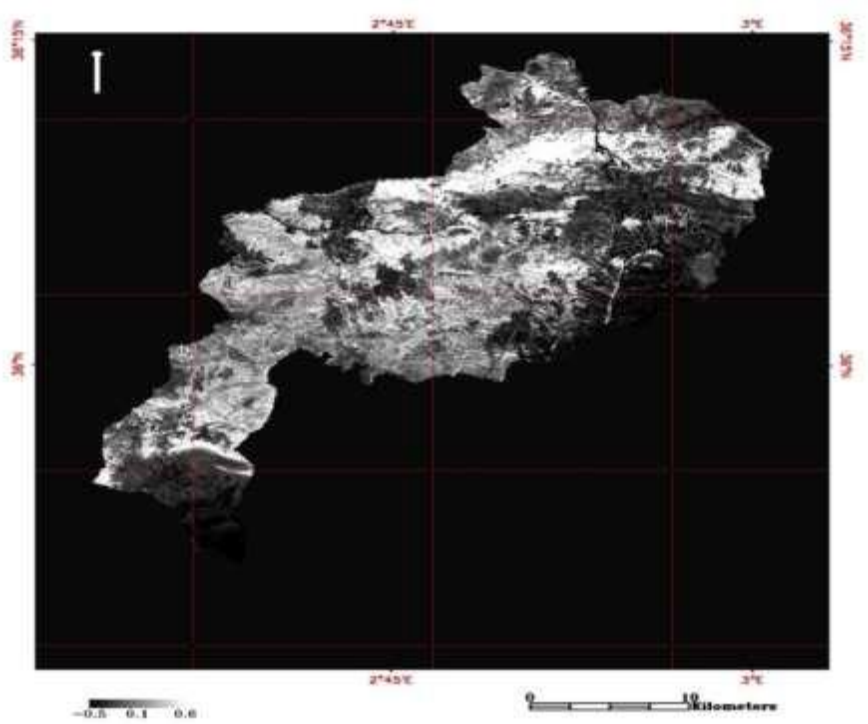


Figure 23. Image de l'NDVI en 2020

2.3.2 Détection des mutations de la biomasse végétale

Afin de réaliser une carte de la densité de la biomasse végétale à partir d'un indice NDVI, nous avons appliqué un seuillage des valeurs de l'indice 2010 à 2020. Nous avons donné les valeurs suivantes :

- - 1 à - 0.1 absences totales de la biomasse végétale.
- Entre - 0.1 à 0.2 faibles densités de la biomasse végétale
- Entre 0.2 à 0.4 une moyenne de la biomasse végétale
- >0.4 une forte densité de la biomasse végétale

Enfin, 10 cartes de densité de la biomasse végétale ont été produites (Figure 27).

2.3. Cartographie des espaces incendiés

2.3.1 Classification des images satellitaires du 2010 à 2020

La classification permet la détermination de la nature et le nombre des unités de surface disponibles sur une image, ou encore pour l'observation des changements de la dégradation des forêts et le taux de la couverte végétale qui recouvre le sol **(Soudani, 2005)**. Nous avons utilisé l'algorithme de **"Maximum de *vraisemblance*"** ou "***Maximum Likelihood***" pour

effectuer la classification supervisée sur les 10 images utilisées de la période 2010 à 2020. De ce fait, nous avons suivi les étapes de classification suivantes:

1. Sélection des échantillons d'apprentissage

La première étape dans la réalisation d'une classification supervisée est d'allouer pour chacune des classes des échantillons représentatifs qui peuvent être identifiées sur l'image (appelées échantillons d'apprentissages).

Pour cette classification, sept classes ont été proposées, à savoir :

• Incendie
• Forêt
• Plan d'eau
• Sol nu
• Agriculture
• Urbain
• Jachère

2. Evaluation de la séparabilité des classes d'apprentissage

La réalisation de la classification des images nécessite la mesure de la séparabilité entre les différentes classes identifiées. Ce calcul de la distance spectrale interclasses fournit des statistiques qui varient entre 0 et 2.

- < X < 1.0 (séparabilité très faible, 0 implique une confusion totale entre deux classes) ;
- < X < 1.9 (séparabilité faible) ;
- 1.9 < x < 2.0 (bonne séparabilité, 2 séparabilité parfaite avec aucun risque de confusion).

Une classe dont la séparabilité par rapport à une autre est faible doit être soit confondue aveccelle-ci ou redéfinie.

Dans notre cas, nous avons calculé la séparabilité entre les classes des échantillonsd'apprentissage, afin de classer les images satellitaires prise entre 2010 à 2020. Nous avons trouvé les valeurs de séparabilité variant entre 1.8 et 2, ce qui distingue une bonne séparabilité entre les échantillons (Figure.24).

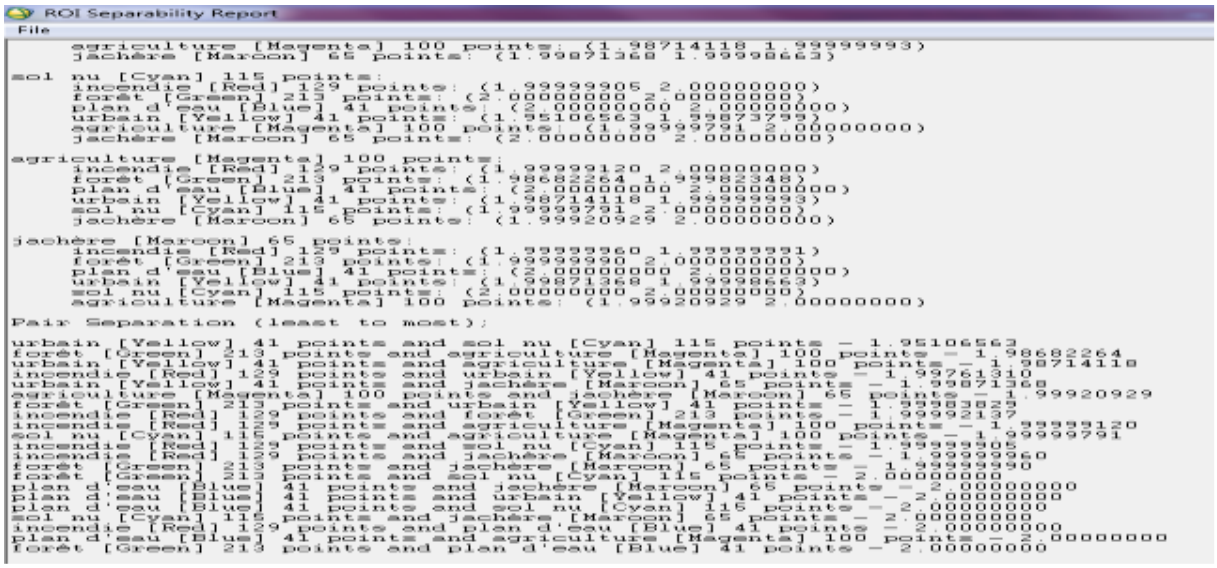


Figure 24.Séparabilité entre les classes d'apprentissage (2020)

Après le lancement de cette classification, Nous avons obtenu dix cartes d'occupation du sol dans le massif forestier d'El Berrouaghia, entre 2010 à 2020. Une carte d'occupation du sol de l'année 2020 est présentée dans la figure 28 comme exemple .

2.3.2 Extraction des espaces Incendies de la zone d'étude

A partir de la classification des images satellites de la période 2010 à 2020, nous avons pu ressortir où détecter les espaces incendiés (Figure 29).

2.3.3. Identification des zones à risque d'incendie de forêts

Nous avons constaté par la suite de l'identification des foyers de feux dans la zone d'étude durant les 10 années respectivement (2010, 2011, 2013, 2014, 2015, 2016 ,2017, 2018, 2019 et 2020) une variation dans la fréquence des feux et dans l'ampleur des surfaces parcourus par le feu.

Afin de classer les massifs forestiers de la zone d'étude en zones à risque, nous avons procédé à la combinaison et à la superposition, à l'aide d'outil SIG, des couches de départs de feux en 10 ans. Ceci a permet de déduire la fréquence des feux, et fait classer la zone en 3 niveaux de risques:

1. Risque fort
2. Risque moyen
3. Risque faible

Dans le cadre de l'identification des zones à risque d'incendies, nous avons extraire que les endroits à fort risque.

II.2.2.Travail du terrain

Les sorties sur terrain nous ont permis de vérifier les données collectées. L'échantillonnage de la végétation dans notre zone d'étude est l'étape la plus importante pour notre travail et notamment pour tout travail en écologie qui se base sur l'observation

II.2.2.1. Choix des stations

Le choix des stations obéit à certains critères, parmi elles : l'altitude de la région, et le couvert végétal qui jeu un rôle dans la détection des passages d'incendies par les surfaces brulés .on a essayé diversifier les 30 relevés floristiques.

Nous avons choisi deux stations différents (Canton Fernane et canton Drae Sbae) , et qui se trouvent à proximité de la ville d'El Berrouaghia (Figure 25,).

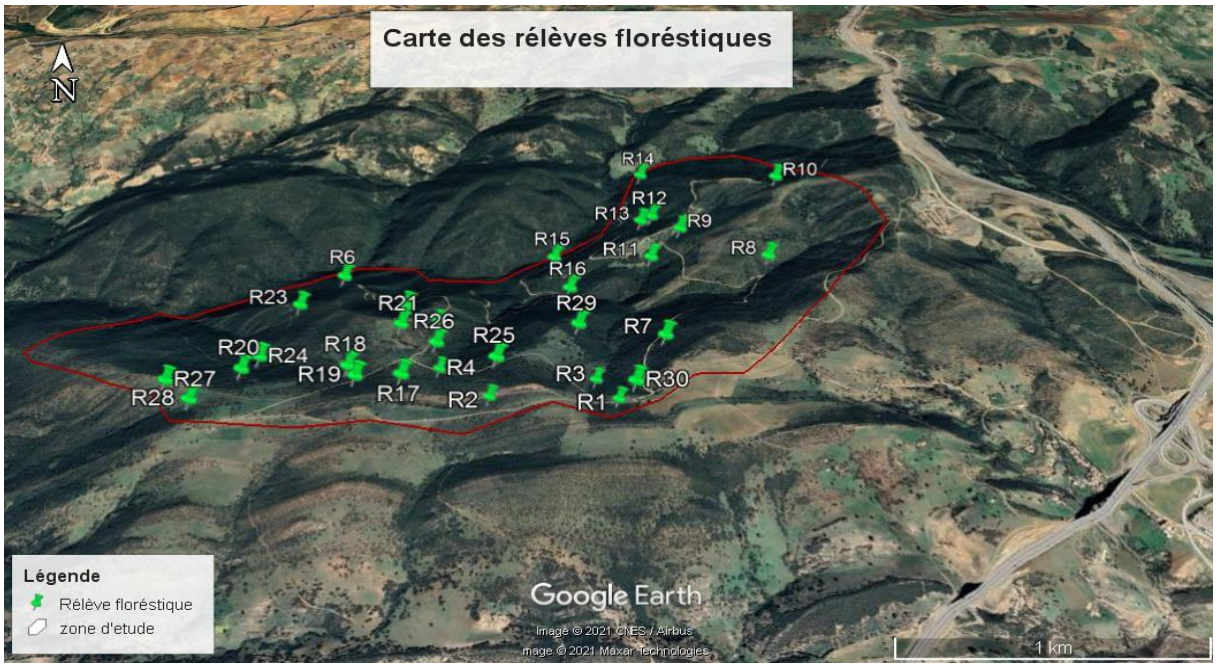


Figure 25 : Positionnement des relevés dans la zone d'étude.

II.2.2.2. Echantillonnage : Ces étapes nous ont permis de nécessaire parcourir toute la zone d'étude de forêt d'El-Berrouaghia (canton Draa Sbae et Canton Fernane).

Nous avons choisi l'échantillonnage subjective qui se base sur une simple observation, prenant à considération l'Abondance /Dominancedes espèces par une simple évaluation de recouvrement végétal global.

Abondance/ Dominance

Abondance : Nombre d'individus d'une espèce par unité de surface.

Dominance : Phénomène suivant lequel une espèce constitue la part prépondérante de latotalité des populations présentes dans le peuplement d'un biotope donné. (ALLILI.2014)

Plusieurs sorties sur terrain ont été organisées, nous avons réalisé 30 relevés dans la F.D.d'ElBerrouaghia et 2 relevés dans la Foret de Ouled Bouachraa et qui sont en nombre de 8 sorties durant la période printanière du mois Mars à la mi-mai. (Figure26)



Figure 26: photos des sorties sur terrain ;(FD d'El Berrouaghia)

II.2.3.Travail au bureau : Analyse des données et réalisations des résultats.

II.2.3.1.Réalisation des relevés

La méthode couramment utilisée consiste à récolter toutes les espèces végétales rencontrées et faire la liste des espèces sur une placette de surface de 100 m².

Dans chaque station nous avons réalisé un relevé floristique ; au total 30 relevés ont été réalisés.

Le relevé doit comporter un minimum d'informations obligatoires qui sont :

- Numéro de relevé, et la date.
- Coordonnées géographiques précises.
- Altitude et superficie
-Inclinaison de la pente.
- Recouvrement total.
- Un inventaire floristique complet: une liste de toutes les espèces présentes dans le relevé Avec les espèces dominantes

II.2.3.2.Traitement des relevés

- **Identification des plantes**: habituellement effectuée par des experts, se base sur l'observation de ses organes et en majeurs partie sur des critères visuels. Dans notre cas. On a utilisé des applications qui nous ont permis d'identifier les espèces végétales.

- **Dessèchement et herborisation**

La méthode de dessèchement fait par plusieurs étapes:

Etaler séparément à terre chaque plante, dans son papier, au soleil

Pour obtenir un séchage il faut Changer les papiers chaque jour en changeant fréquemment pour les exposer à l'air et les remplacer par des papiers secs.

- **Les types biologiques**

Les types biologiques de RAUNKIAER (1934) sont une combinaison de caractéristiques morphologiques issues des adaptations des espèces aux conditions environnementales. Ils subdivisent en :

Les phanérophytes pour lesquels les bourgeons végétatifs sont situés à l'extrémité de tiges ligneuses assez loin du sol. Les phanérophytes sont divisés en sous-groupes suivant la taille des plantes et donc suivant la hauteur où se développent les bourgeons.

- Les chaméphytes dont les bourgeons sont voisins de la surface du sol.

- Les hémicryptophytes dont les bourgeons sont situés à la surface du sol.

- Les cryptophytes pour lesquels les bourgeons sont situés dans le sol ou sous la surface de l'eau. Au sein des cryptophytes, les plantes dont les bourgeons sont situés sous la surface du sol sont appelés géophytes. Les bourgeons des hélophytes se trouvent dans les sols totalement saturés en eau. Les hydrophytes eux disposent leurs bourgeons dans l'eau voire à la surface de l'eau, seules les fleurs et les inflorescences s'épanouissent à l'air libre. Les feuilles sont complètement submergées. Certains hydrophytes présentent des bourgeons sur les rhizomes

- Les thérophytes passent la période défavorable sous forme de graines. (SIRVENT, 2020)

- **Le spectre biologique brut :** C'est le calcule de fréquence absolue et relative
- **Fréquence absolue :** C'est le nombre d'espèces qui existe dans chaque élément floristique ou chaque type biologique.
- **Fréquence relative :**

(Fréquence absolue de l'espèce / le totale de fréquences absolues) x 100

- **Les éléments floristiques**

Il est possible de grouper les espèces ayant des centres de dispersion analogues, on arrive ainsi à la notion d'élément de flore, groupe d'espèces nées dans une même région et ayant subi des déplacements d'ensemble au cours des âges.

- Tendant que l'étude cartographiques est fait au niveau du massif forestier d'elberrouaghia.il été obligé de faire un échantillonnage dans deux zones différentes : F.D.d'El Berrouaghia.et F.Ouled Bouachraa.pour faire une comparaison entre les deux zones.

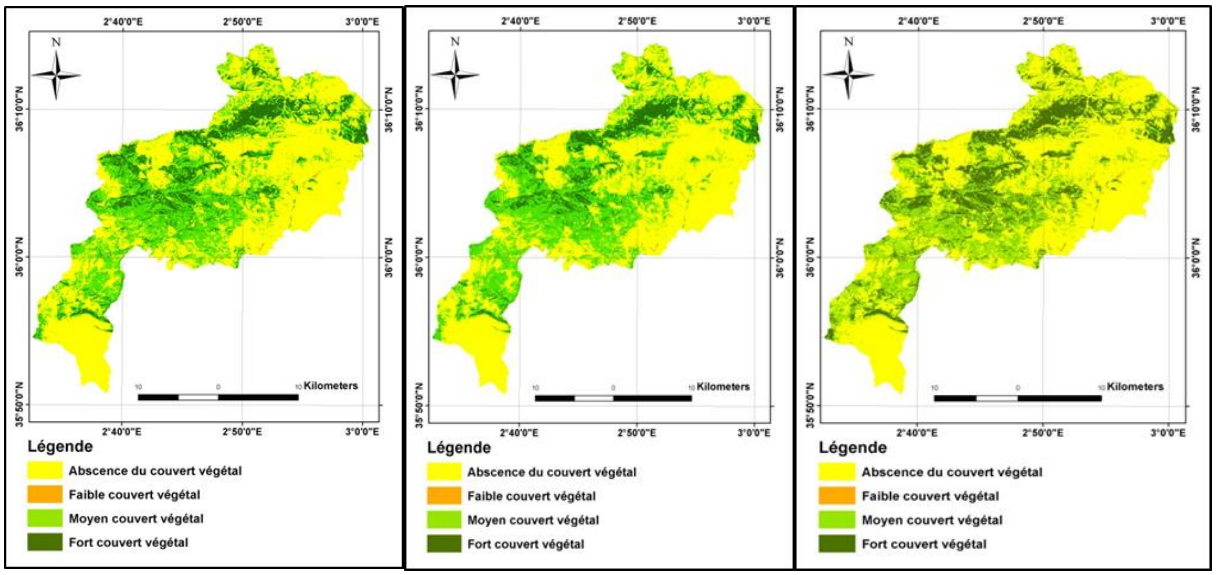
CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

D'après la collecte et le traitement des données disponibles et nécessaires pour notre travail, la méthodologie, nous a permis d'obtenir des résultats suivants;

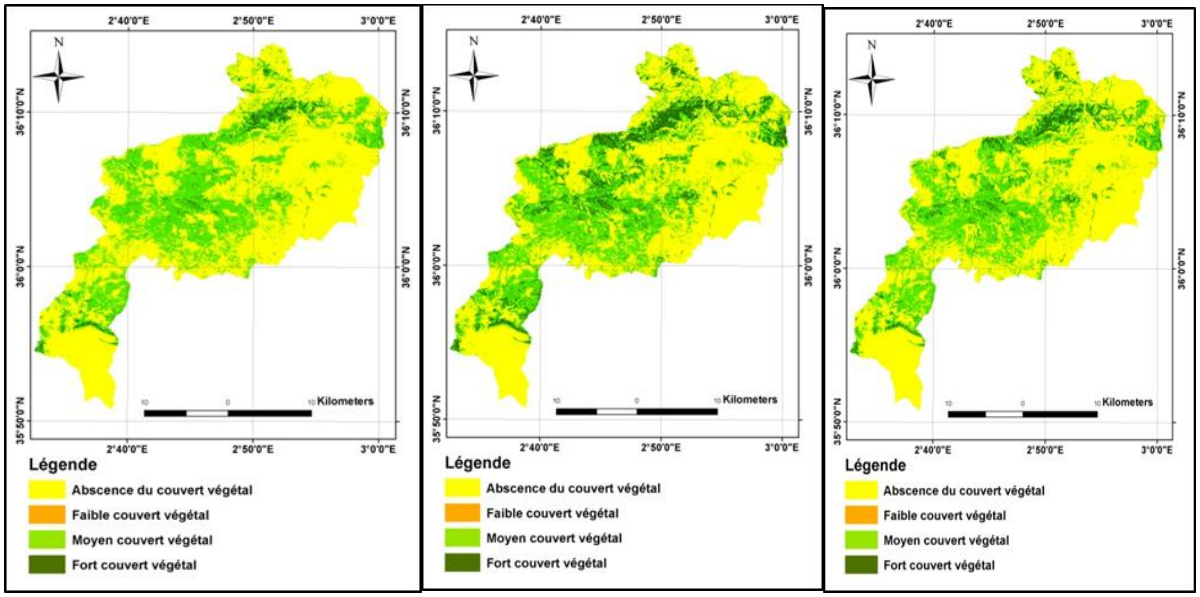
I-LES RESULTATS CARTOGRAPHIQUES

I-1.Réalisation des cartes de densité de la biomasse végétale :

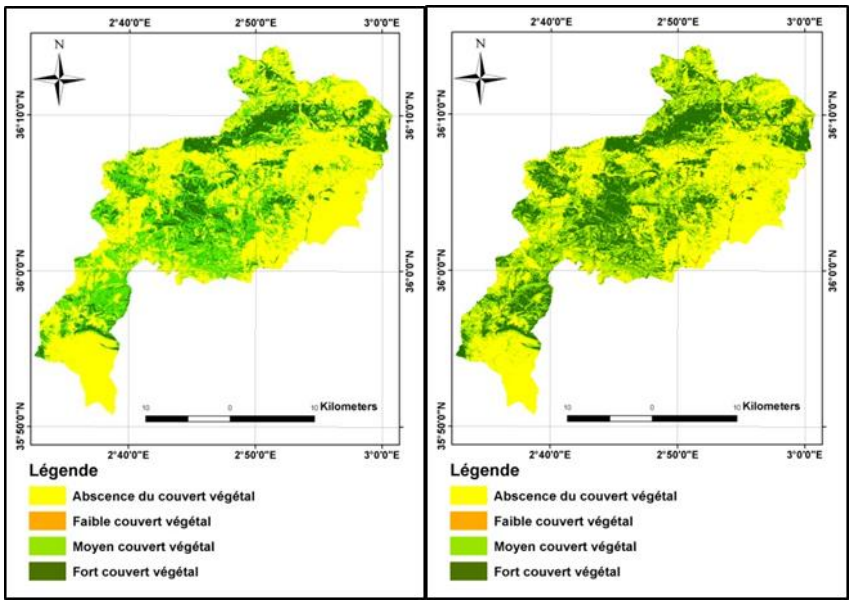
À partir de l'indice NDVI. Nous avons réalisé dix cartes de la densité de la biomasse végétale



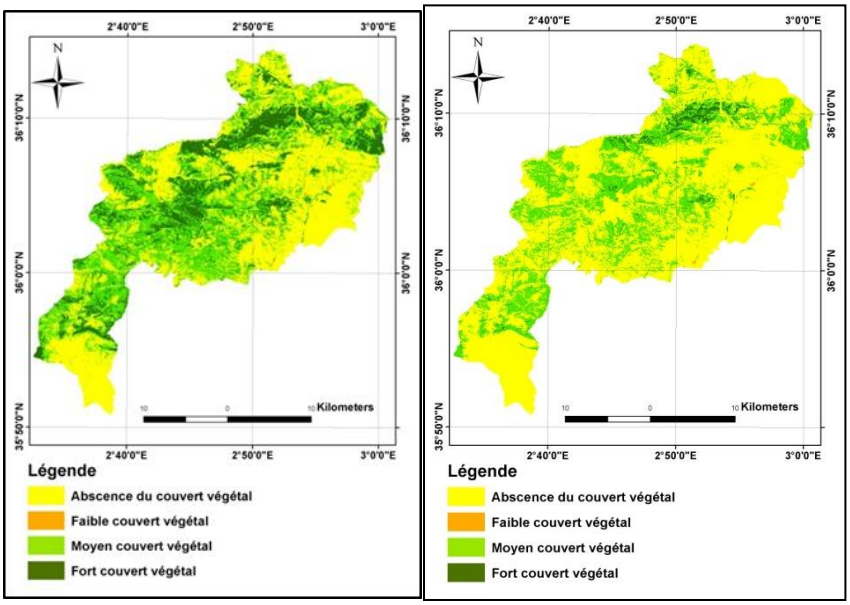
Année 2010 → Stabilité → Année 2011 → Stabilité → Année 2013 → Dégradation



Année 2014 → Amélioration → Année 2015 → Dégradation → Année 2016



Amélioration Année 2017 **Amélioration** Année 2018 **Dégradation**



Année 2019 **Degradation** Année 2020

Figure 27. Cartes de la densité de la biomasse végétale entre 2010 à 2020

La figure 27 (cartes de la densité de la biomasse végétale) montre une grande mutation de la formation végétale dense à moyenne d'une année à une autre au niveau du massif forestier d'El Berrouaghia.

Entre 2010 à 2013, on a observé une stabilité de cette biomasse, c'est-à-dire absences des formesde dégradation où d'amélioration du couvert.

Entre 2013 à 2014, cette zone a connue certaine dégradation au niveau des zones de fortes densités végétales, ceci est dû aux incendies qui ont été déclenchés.

En 2015, la zone a reconnu une régénération des espaces incendiés, ce qui donne une forme d'amélioration des espaces forestiers.

Entre 2016 à 2018, la forêt a enregistrée une évolution progressive du couvert végétal, car les incendies de forêts ont régressés.

A partir de l'année 2018, la forêt a enregistrée une forte dégradation de la biomasse forestière, en particulier l'année 2020, durant cette année des importantes superficies ont été dégradées, suite à des forts départs des feux.

I-2.Réalisation des cartes d'occupation du sol :

Après le lancement de la classification, Nous avons obtenu dix cartes d'occupation du sol dans le massif forestier d'El Berrouaghia, entre 2010 à 2020. Une carte d'occupation du sol de l'année 2020 est présentée dans la figure 28 comme exemple.

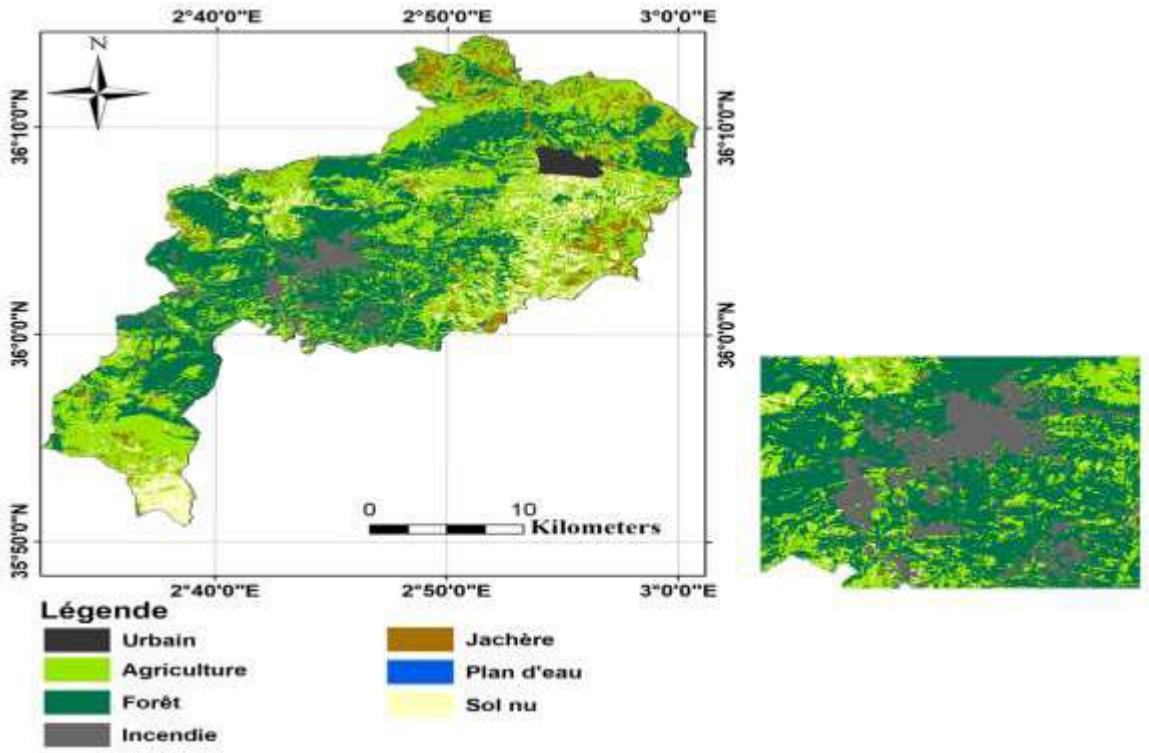
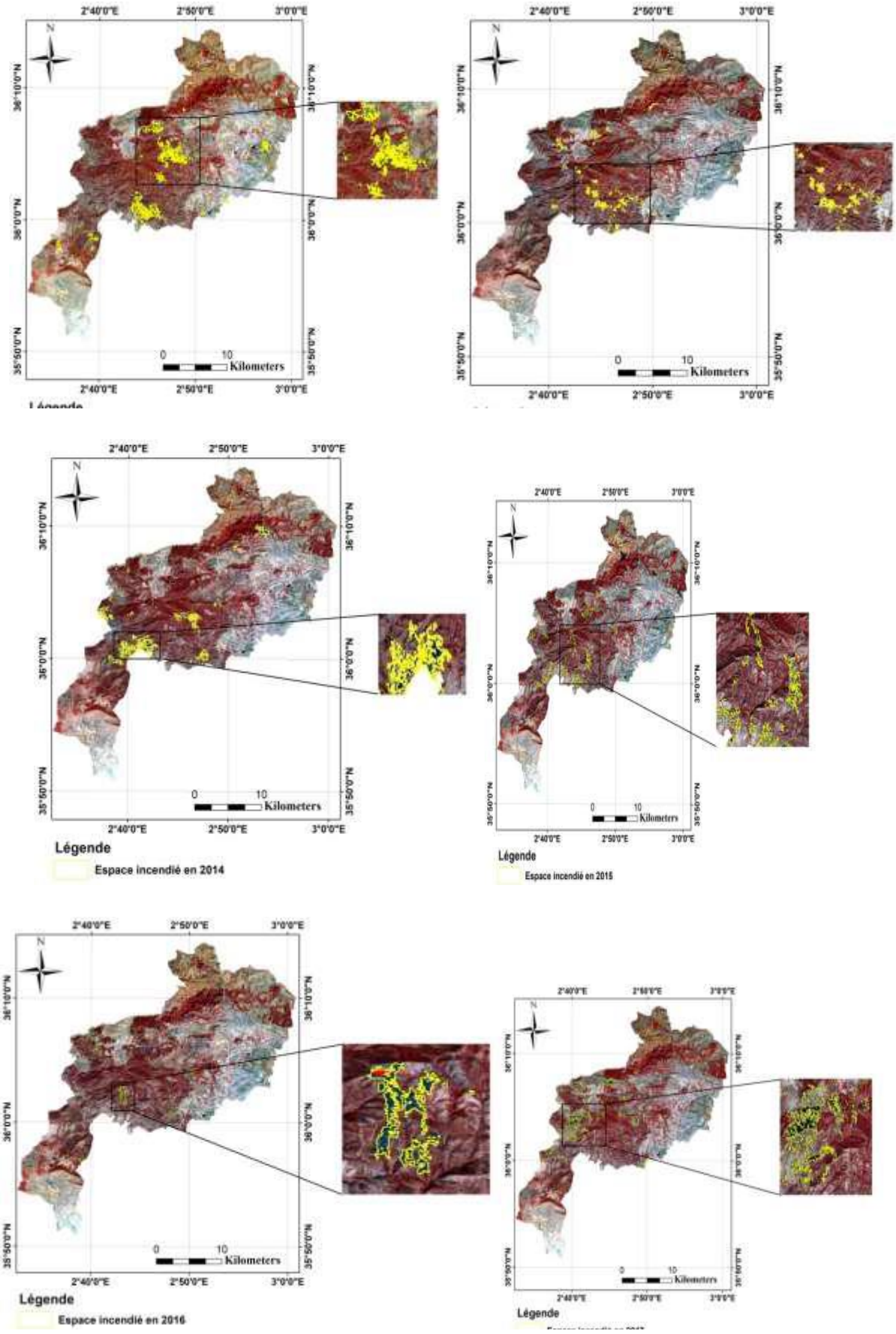


Figure 28. Carte d'occupation du sol dans le massif forestier d'El Berrouaghia

I-3. Réalisation des espaces Incendies de la zone d'étude

nous avonsréalisé dix cartes des espaces incendiés à partir de la classification (Figure29).



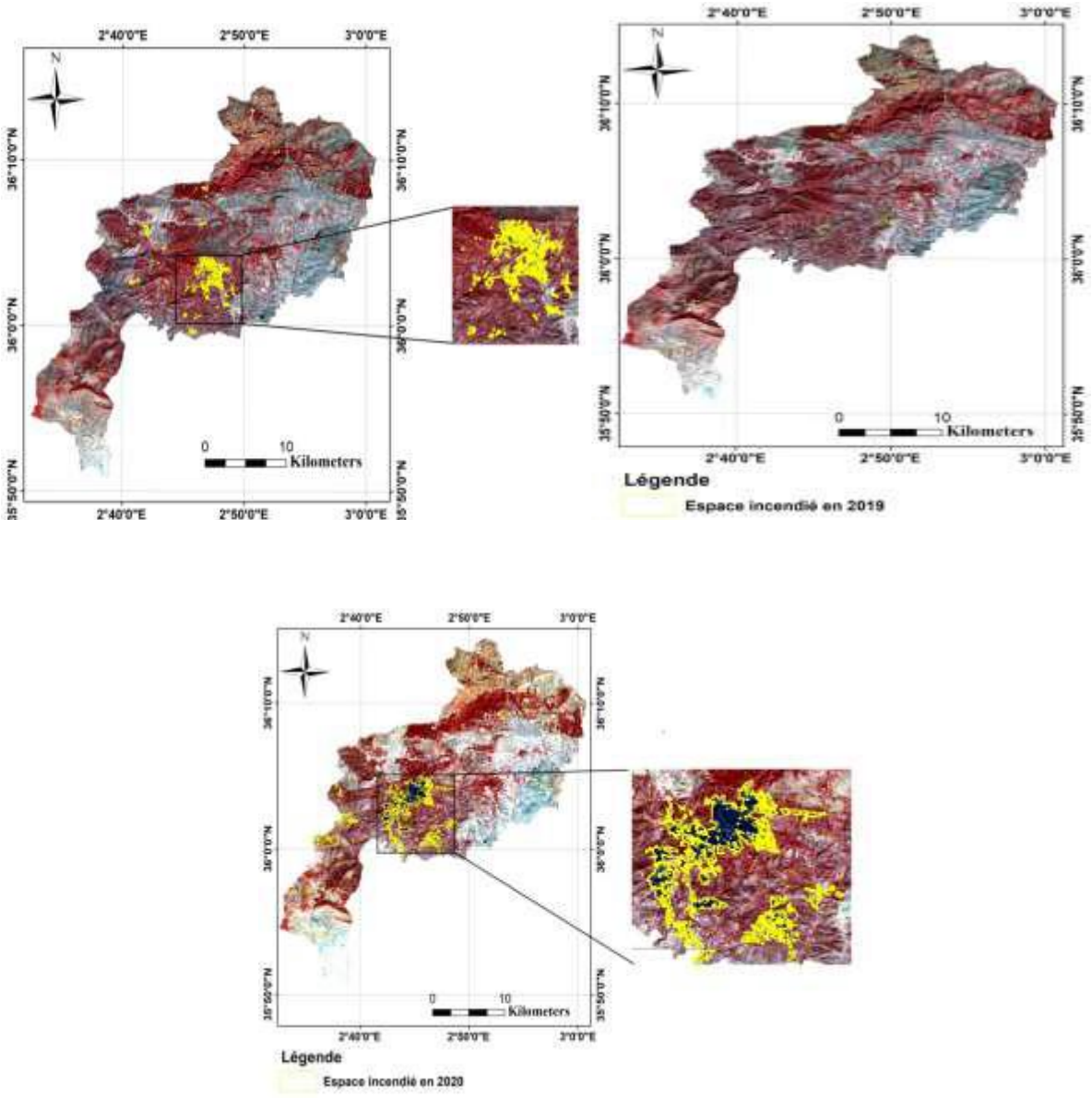


Figure 29. Cartes des espaces incendiés dans le massif d'El Berrouaghia

I-4.Extraction des espaces Incendies de la zone d'étude

Tableau 16. Superficies des espaces incendies (2010 à 2020)

	Superficies des espaces incendiés en Ha	Superficies des espaces incendiés en %
2020	2249.55	12.50
2019	99.27	0.55
2018	497.88	2.76
2017	1271.97	7.06
2016	424.26	2.35
2015	697.05	3.87
2014	994.86	5.52
2013	420.48	2.33
2011	78.39	0.43
2010	956.43	5.31

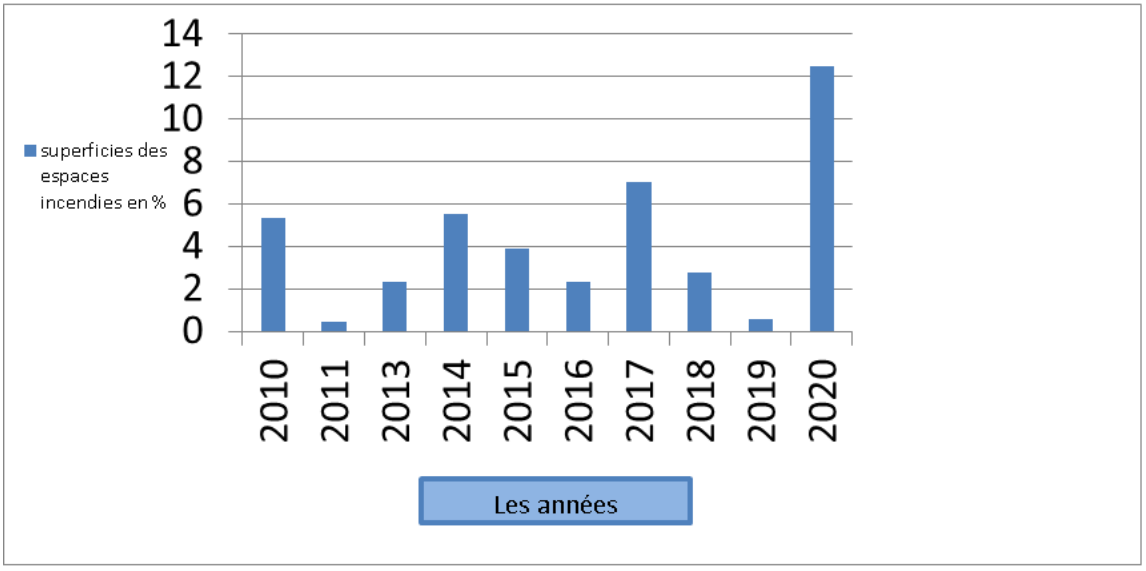


Figure 30. Histogramme des superficies incendiées

En 2010, le massif forestier a été touché par des importants incendies de forêts dont la superficie est 956.43 ha qui soit 5.31 % de la surface totale de la zone d'étude. Par contre, En 2011, les feux ont diminués. Une surface de 78.39 ha a été détruite par le feu, ce qui explique la stabilisée de la biomasse forestière rencontrée durant ces deux années (Figure 27).

Entre les années 2013 à 2014, les feux occupent une superficie importante, ont été estimée à 994.86 ha qui soit 7.9 % de la superficie totale. Ce qui résulte une dégradation considérable au niveau du couvert végétal.

De 2015 à 2016, la zone est touchée par des feux intenses, qui ont conduit à une régression de la biomasse végétale. Ces incendies ont détruits une superficie de 697.05 et 424.26 ha.

En 2017, encours cette zone d'étude a connu des départs de feux qui ont brulés 1271.97 ha de la formation forestières, localisées en majeur partie dans la l'ouest de la zone. Par contre, l'année 2018 a enregistrée une diminution remarquable des incendies de forêts dans les communes étudiées, ces feux ont détruits 497.88 ha de la surface, localisés notamment au sud de la zone.

Durant l'année 2019, le déclenchement des incendies est devenu rare où leur superficie ne dépasse pas 99.27 ha. C'est une année de stabilité.

Ce phénomène est devenu très agressif en 2020. Les chiffres des espaces incendiés sont extrêmes importants, ils ont été estimés à 2 249.55 ha qui soit 12.5% de la surface totale de la zone d'étude.

I.5.Identification des zones à risque d'incendie de forêts

Les incendies de forêts ravagent annuellement des étendues considérables dans le massif forestier d'El Berrouaghia. À partir de la superposition des cartes des feux de forêts multi-date (2010 à 2020), nous avons localisé les zones à fort risque d'incendies. Dans ce cas, nous avons trouvé sept zones qui possèdent une répétition d'incendies pendant quatre années à trois années, localisées au sud-ouest du massif. Généralement, cette partie Sud-ouest de la zone d'étude est considérée comme zone de protection et préservation à cause des départs de feux successifs, donnant à cette partie le risque fort.

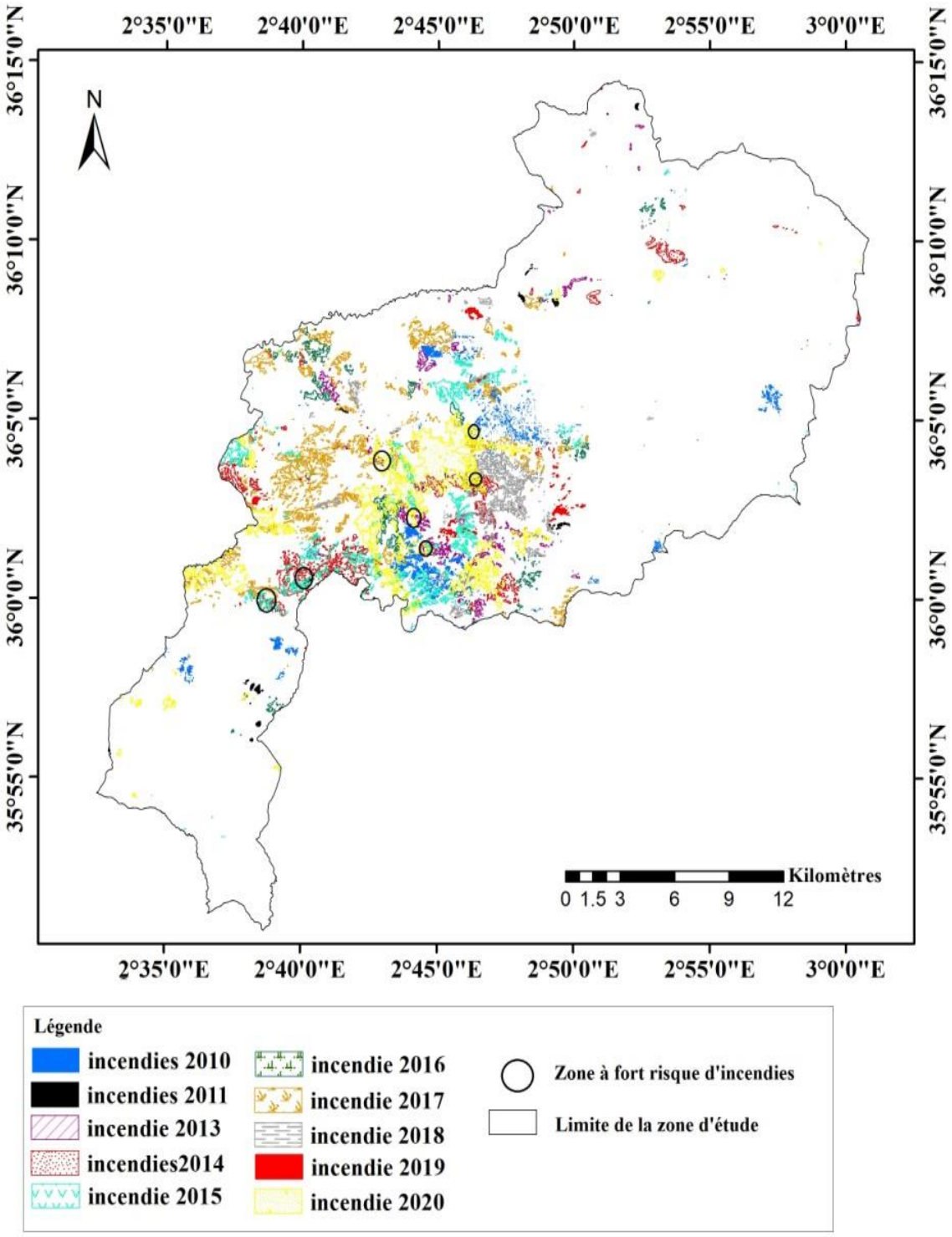


Figure 31. Carte des feux et des zones à forts risque d'incendies dans le massif forestier d'El Berrouaghia

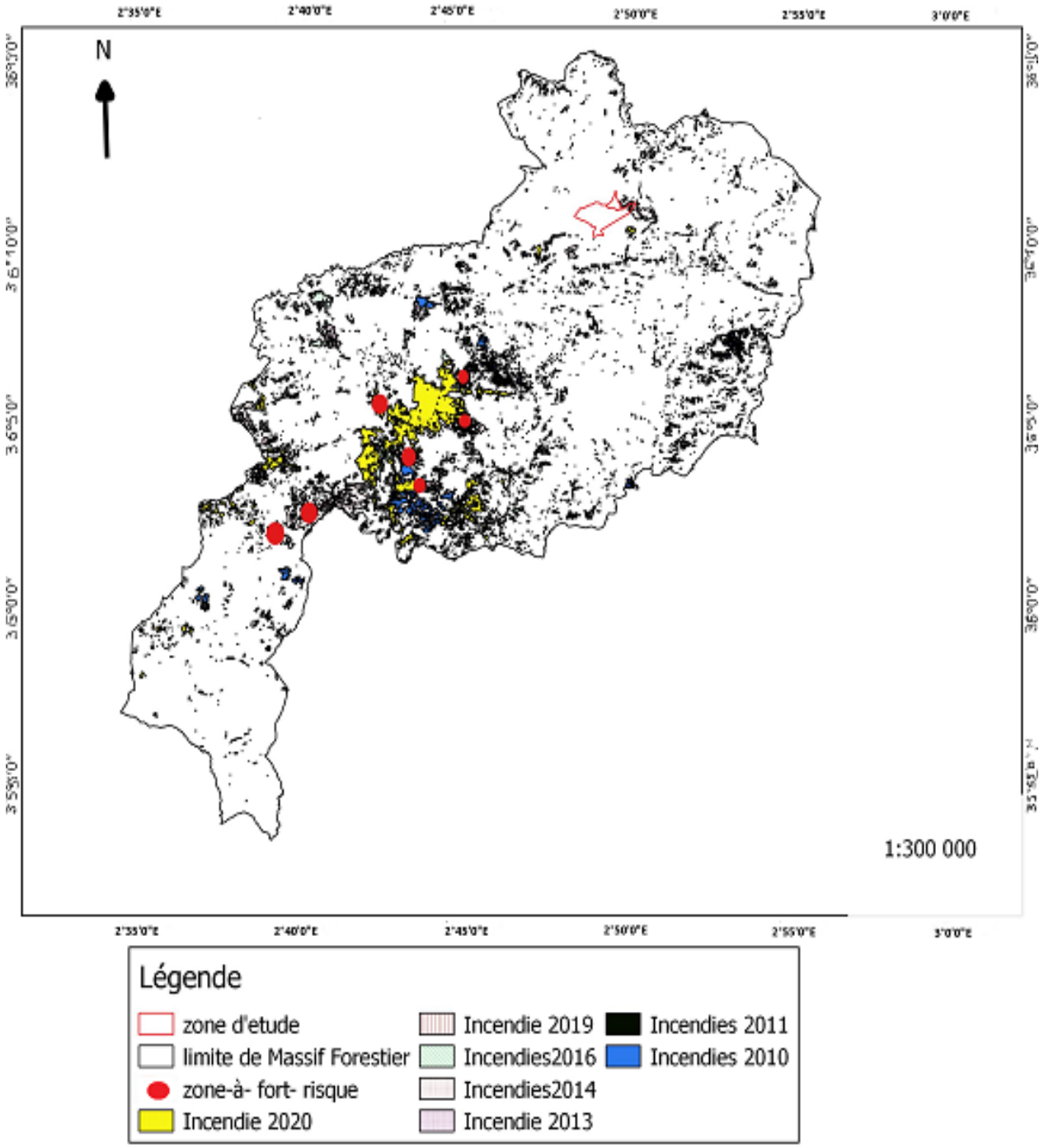


Figure 32. Carte des feux et des zones à forts risque d'incendies dans le massif forestier d'El Berrouaghia avec la zone d'etude.

Années Répitition des incendies de forêts	Fréquence	Coordponnées gographiques des points de risques (m) (UTM (WGS 84) zone 31	
		X	Y
2010,2014,2018,2020	4	479023	3989969
2013,2016,2018,2020	4	475464	3988898
2010,2014,2018,2020	4	479553	3990120
2013,2015,2020	3	476899	3986589
2013,2018,2020	3	474337	3991065
2011,2014,2015	3	470270	3984892
2014,2015,2017	3	467317	3984278

Tableau 17. Localisation des zones répétitivités des feux de forêt dans le massif forestier d'El Berrouaghia.

D'après l'interprétation de figure 32 qui montre la Carte des feux et des zones à forts risque d'incendies dans le massif forestier d'El Berrouaghia,nous avons remarqué une répétition des feux dans des endroits connus (partie sud de la forêt OULED BOUACHRA et la partie Nord de la forêt de OULED ANTAR),. Cela est probablement aux manque des moyens et le difficile d'intervenir vu l'éloignement et le non accessibilité des deux forêts.

Par contre .nous avons enregistré moins de départs de feux durant les 10 années. au niveau de notre zone d'étude (F. D d'El Berrouaghia).(figure.32).

I.3.Caractéristiques morphologiques des zones à fort risques

Pour la réalisation des cartes des pentes et des expositions des versants (Figure34 ;35), nous avons utilisé un modèle numérique de terrain (MNT) d'une résolution de 30 m. Ce traitement a été effectués sous le logiciel ENVI 4.5.

.

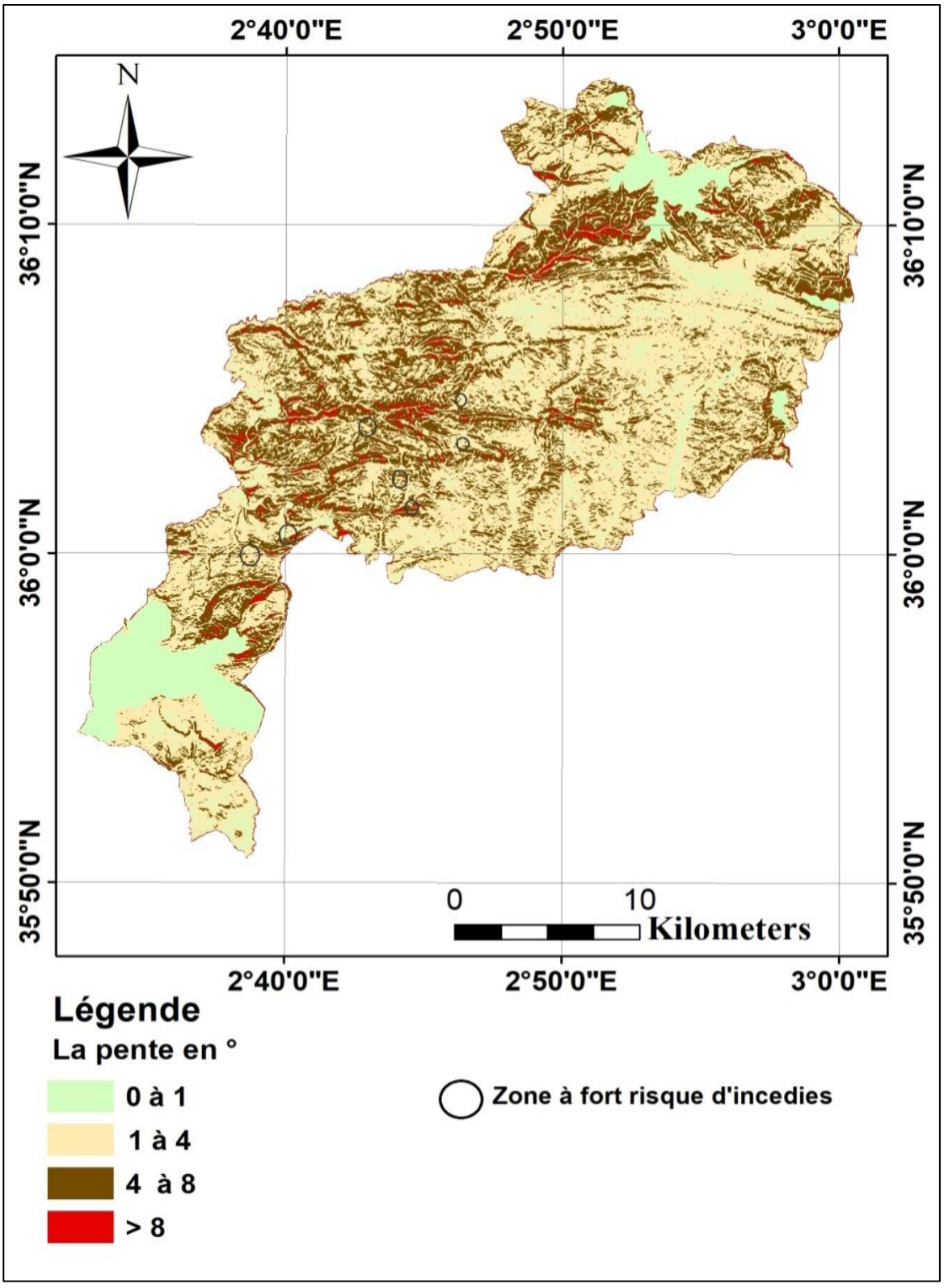


Figure 33. Carte de la pente en pourcentage dans le massif forestier

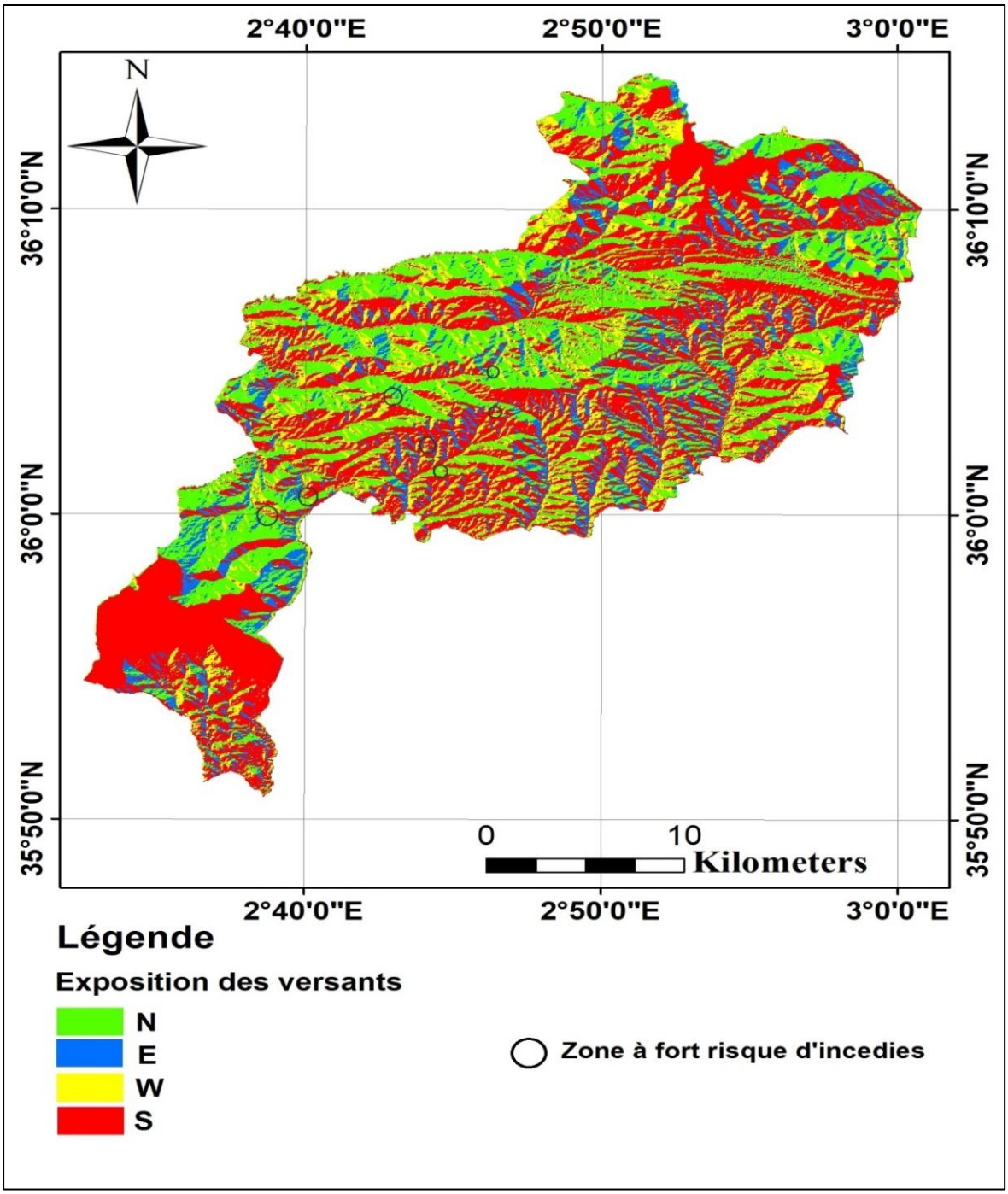


Figure 34. Carte d'exposition des versants dans le massif forestier

D'après l'analyse des cartes de la densité de la biomasse végétale (Figure 27), cartes des feux et de risque (Figure 31), carte de la pente (Figure 33) et la carte d'exposition des versants (Figure34). On peut dire que l'intensité, la fréquence et l'importance d'incendies sont liée effectivement avec le milieu physique. Pour la carte de la pente, les classes de pentes moyennes et forts dans les sept zones à forts risques représentent respectivement 4° à 8°, donc le massif est presque dominés par les classes de pentes moyennes à fortes.

L'inclinaison de la pente influence directement sur les incendies, à cause de la vitesse de la propagation des feux qui se trouvent accrurent.

Pour la carte d'exposition, d'une façon générale, les versants Sud présentent les conditions les plus favorables pour les feux de forêts.

L'exposition du relief affecte le taux de séchage des combustibles' Exposition détermine les versants chauds ou frais à partir de son ensoleillement. Dans ce principe, les versants les plus menacés par les incendies ont une exposition Sud et Sud-ouest à partir duquel les vents de sirocco sont dominants, et ils reçoivent une grande quantité de chaleur avec des impacts directs sur l'évapotranspiration de la végétation. Ces versants présentent les conditions les plus favorables à l'inflammation et à la propagation rapide du feu, contrairement à l'exposition Nord. Les versants d'une exposition Sud reçoivent plus de soleil que les versants Nord; dans ce cas, ils ont un sol plus sec, une température élevée, une vitesse du vent élevée et une faible humidité. On retrouve également une différence de température entre les feuilles de végétation exposées au soleil au Sud et celles de végétation non exposée, une telle exposition Sud étant les plus vulnérables au feu. Par contre, les expositions des versants Nord et Est sont moins exposés au soleil et ont une forte humidité et donc le séchage des combustibles est faible, reflétant une faible vulnérabilité au feu (Bentekhici 2020).

II-Résultats du travail au terrain

Après les résultats cartographique qui nous avons les obtenue, il été obligé de faire des sorties sur le terrain pour faire une bonne analyse pour notre zone d'étude .et pour faire une comparaison entre les deux sites (F.D. d'ElBerrouaghia et OULED BOUACHRAA avec OULED ANTAAR).

II.1. L'analyse des relevées floristiques

à Partir de la collecte et le traitement des données disponibles et nécessaires pour notre travail, , nous avons permis de comptabiliser 205 espèces appartenant 47 familles botaniques. Les tableaux en Annexe nous donnent une liste des plantes dans cette région et leurs types biologiques, et chorologiques de ces espèces (Annexe II)

II.1.1. Identification des types des formations végétales de la zone d'étude

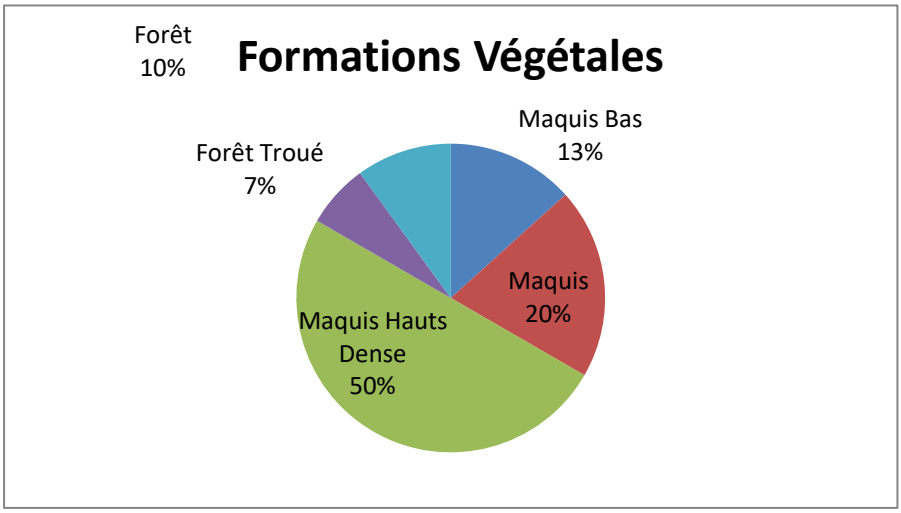


Figure 35 : Les formations végétales de la Forêt Domaniale d' El Berrouaghia.

Tableau 18: Pourcentage des formations végétales rencontrées dans la F.D d' El Berrouaghia.

Formation Végétale	Nombre relevés	Pourcentage%
Maquis Bas	4	13.33
Maquis	6	20
Maquis Hauts Dense	15	50
Forêt Troué	2	6.66
Forêt	3	10
Totale	30	100%

L'analyse des relevés réalisées nous a permis de distinguer plusieurs types de formations végétales sous formes de forêt, et maquis dont l'état varie par endroit (clair et dense, dégradée et non dégradée) et à différents stades de développement (Figure 35).

L'analyse de la figure 35 montre la présence de formations végétales suivantes : Le maquis hauts dense qui est la formation végétale dominante dans notre zone d'étude, il occupe environ de 50 % de la superficie totale de la zone, c'est le stade résultant de la dégradation de la forêt, il est divisé en deux formations ; un maquis avec 20% de la superficie totale, et un maquis bas qui occupe 13% de la superficie totale de la zone. Puis on a la forêt, et la forêt

troué avec un pourcentage, respectivement, 10% et 7% de la superficie totale de notre zone d'étude.

II.1.2. La richesse floristique

La richesse floristique d'un territoire est le nombre total d'espèces qu'il renferme. Cette richesse est en général d'autant plus élevée que la surface du territoire est plus grande (DAGET et POISONNET, 1972).

L'analyse des relevés floristiques qui sont présents dans notre zone d'étude, nous a permis d'établir une liste qui présente les familles les plus recensés avec ces nombres d'espèces (tableau 21.)

Tableau 19: Effectifs des espèces floristiques de la zone d'étude par famille (F.D.El Berrouaghia)

Famille	Nombre d' Espèces	Famille	Nombre d' Espèces
Amaryllidaceae	3	*Acanthaceae*	1
Anacadiaceae	1	*Apiaceae*	14
Asparagaceae	6	*Asphodelaceae*	2
Asteraceae	33	*Boraginaceae*	3
Brassicaceae	12	*Caprifoliceae*	4
Caryophyllaceae	9	*Cistaceae*	4
Ceratophyllaceae	1	*Celastraceae*	1
Crassulaceae	4	*Cucurbitaceae*	1
Cupressaceae	2	*Dioscoreaceae*	1
Dipsacaceae	1	*Ericaceae*	1
Euphorbiaceae	2	*Fabaceae*	14
Fagaceae	4	*Geraniaceae*	6
Grossularicaea	1	*Lamiaceae*	11
Laminaceae	3	*Liliaceae*	1
Linaceae	2	*Linderniaceae*	1
Oleaceae	4	*Onagraceae*	1
Orchidaceae	3	*Papaveraceae*	5
Pinaceae	1	*plantaginaceae*	4
Poaceae	16	*Polygonaceae*	1

Primulaceae	2	*Rhamnaceae*	1
Ranoculaceae	7	*Rosaceae*	4
Rubiaceae	2	*Saxifragaceae*	1
Urtcaceae	2	*Valerianaceae*	1
Verbenaceae	1		
Total	205		

Au niveau spécifique, les Asteraceae et les Poaceae sont toujours les mieux représentées, on a trouvé 33 et 16 espèces dans les deux, viennent ensuite les Apiaceae et Fabaceae avec 14 espèces,suivi par les Brassicaceae et Lamiaceae avec 12 et 11 espèces, les caryophyllaceae et Rononculaceae sont représentées par 9 et 7 espèces pour chaque famille, et les autres familles représentent de six à une seule espèce.

Les figures suivants présentent la variation des espèces qui sont représentées dans notre zone d'étude (F.D. d'ElBerrouaghia)



Bellissylvestris



Anacamptis puramidalis



Midicago orbicalaris



Juniperus oxycedrus



Phillyria latifolia



Pistacia lentiscus

Figure 36 : Photos d'espèces durant l'échantillonnage au terrain

II.2. Les types biologiques et les types chorologiques

L'analyse descriptive des 205 espèces inventoriées, a permis de dégager les différents types biologiques et chorologiques de chaque espèce dans les deux zones d'études.

II.2.1.Spectre biologique brut

Sur la base de la classification des types biologiques au sens de RAUNKIAER 1905, (in RAMADE, 1984), et en fonction de la position des bourgeons de rénovation de végétation par rapport à la surface du sol durant la saison défavorable, nous avons classé les différents types

biologiques en relation avec leurs adaptations au milieu , pour établir le spectre biologique brut de la zone d'étude exprimé par le pourcentage de chaque type biologique.

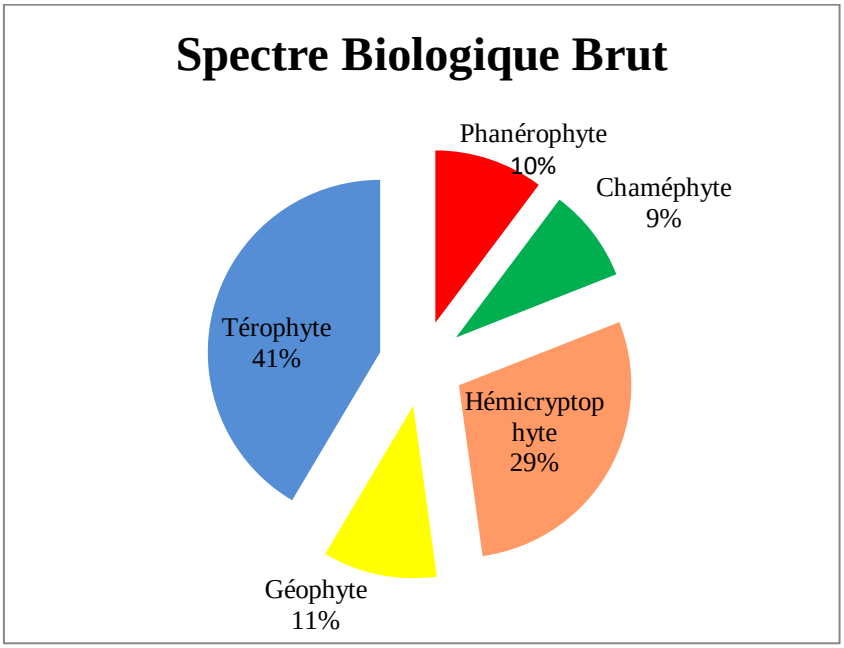


Figure 37 : Spectre biologique brut de la zone d'étude d'El Berrouaghia

La figure 37 montre une importante dominance de type biologique Thérophyte avec un pourcentage de 41 %, et le type biologique Hémicryptophyte avec un pourcentage de 29 %.
Les Géophytes sont favorisés par le couvert moins épais, un pourcentage de 11%.par contre,les phanérophytes environ 10 %, représentées par les portions des divisions suivantes (macrophanérophytes, mésophanérophytes et nanophanérophytes). Tel que :

» les macrophanérophytes ou grands arbres de plus de 25 m de hauteur.

» les mésophanérophytes ou petits arbres entre 10 et 25 m de hauteur.

» les nanophanérophytes ou petites plantes ligneuses entre 0.5 et 2 m de hauteur.

-Présence non négligeable des chaméphytes qui occupent seulement 9%.

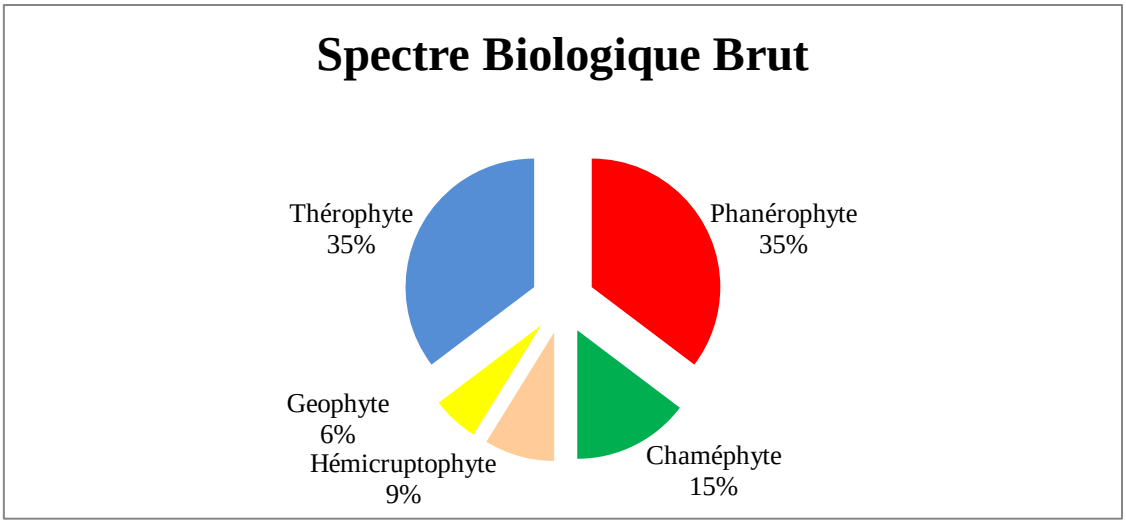


Figure 38: Spectre biologique brut de la zone d'étude Oled Bouachraa

La figure 38 montre une importante dominance de type biologique hThérophyte et Phanérophytes avec un pourcentage de 35 %, et le type biologique Chaméphyte avec un pourcentage de 15 %.

par contre, les Hémicryptophytes et les Géophytes sont les plus rare dans cette zone. Environ de 9%, et 6% .

La forêts Domaniale d'ElBerrouaghia c'est une forêt du feuillus par contre, la forêt de Ouled Bouachraa est une forêt des résineux.

II.2.2. Spectre chorologique brut

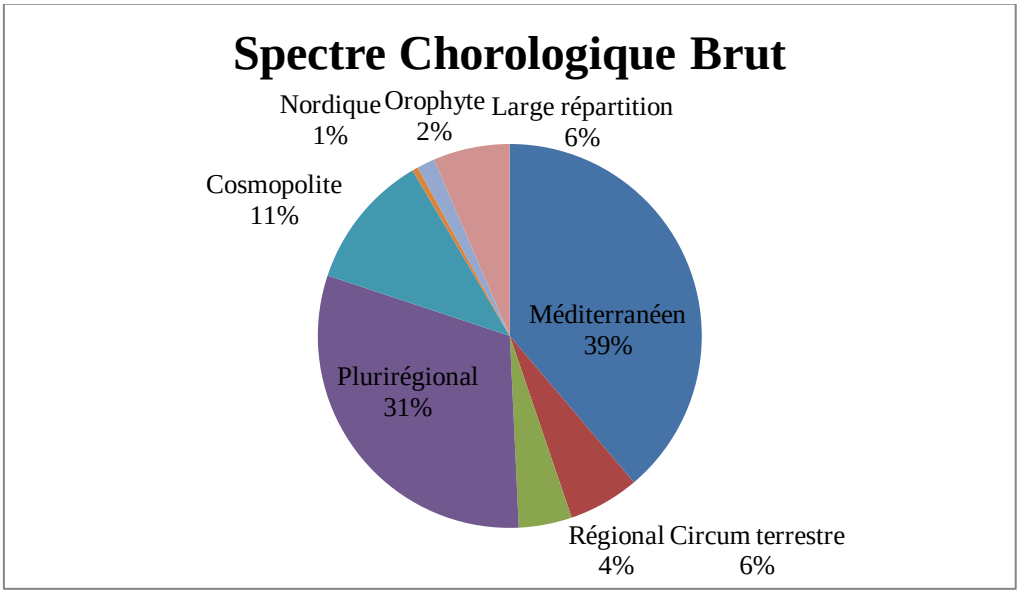


Figure 39: Spectre chorologiques brut de la zone d'étude d'ElBerrouaghia

Tableau 20: Tableau récapitulatif l'ensemble de types chorologiques de la zone d'étude. d'ElBerrouaghia

Type Chorologique		**Nombre d' Espèces**	
Méditerranéen	Méditérranéen	60	78
	Ouest-méditerranéen	2	
	Méditerranéen occidental	14	
	Méditerranéen septentrional	1	
	Méditerranéen Oriental	1	
Circum terrestre	Circum-méditerranéen	1	12
	Circum-boréal	11	
Régional	Européen	9	9
Plurirégional	Eurasiatique	18	62
	Sténo-Méditerranéen	1	
	Euro-tempérée	3	
	Eurasiatique meridional	5	
	Méditerrano-atlantique	22	
	Européen meridional	13	
Cosmopolite	Cosmopolite	23	23
Nordique	Paléo tempéré	1	1
Orophyte	Orophyte alpin	1	3
	Orophyte meriterranéen	2	
Large répartition	Amérique du nord	1	13
	Eurasiatique septentrional	4	
	Asie occidental	1	
	Introduit d'amérique	2	
	Européen occidental	4	
	Sud-ouest européen	1	

D'après la figure 39 et tableau 22, nous avons enregistré une dominance des éléments Méditerranéens avec 42 %, représentent les éléments Méditerranéens, Méditerranéennes,

Méditerranéens occidental et Ouest-Méditerranéen, Méditerranéen septentrional et Méditerranéen orientale.

Cela s'explique par la situation géographique de la zone d'étude, selon MAIRE (1926) et QUEZEL et SANTA (1963), qui la place dans la région méditerranéenne.

La présence de l'élément plurirégional avec un pourcentage de 31 %.

D'autres éléments sont aussi présents mais à faible pourcentage de 11 à 1 %, l'élément cosmopolite, circumterrestre ,Endémique et large répartition ,régional, orophyte et nordique.

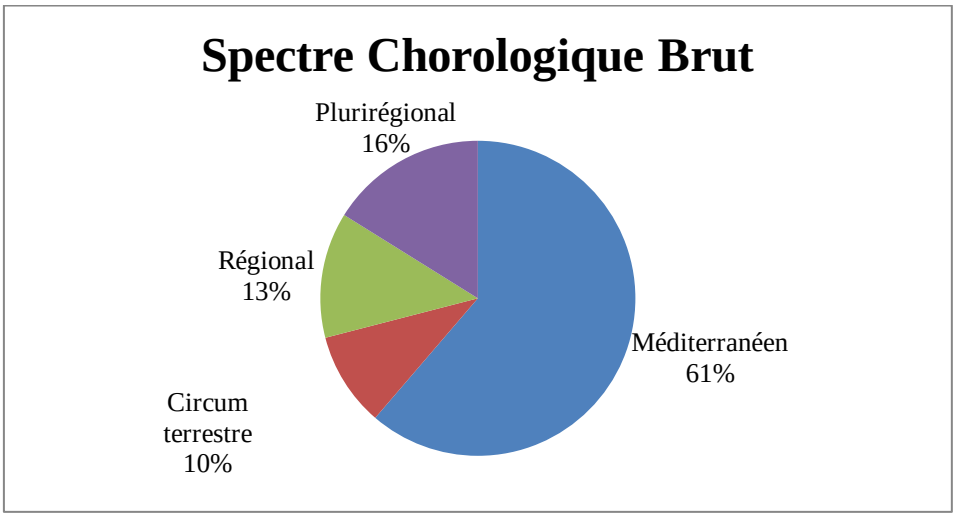


Figure 40 : Spectre chorologiques brut de la zone d'étude . Ouled bouachraa

Tableau 21 : Tableau récapitulatif l'ensemble de types chorologiques de la zone d'étude. Ouled bouachraa

Type Chorologique		**Nombre d'Espèces**	
Méditerranéen	Méditérranéen	15	19
	Ouest-méditerranéen	1	
	Méditerranéen occidental	2	
	Méditerranéenoriental	1	
Circum terrestre	Circum-méditerranéen	2	3
	Circum-boréal	1	
Régional	Européen	3	4
	Asie occidental	1	
Plurirégional	Eurasiatique	**2**	5
	Eurasiatique méridional	**1**	
	Méditerrano-atlantique	**2**	

D’après la figure 40 et tableau 23, nous avons enregistré une dominance importante des éléments Méditerranéens avec 61 %, représentent les éléments Méditerranéens, Méditerranéenne, Méditerranéen occidental et Ouest-Méditerranéen, et Méditerranéen orientale.

La présence de l’élément plurirégional avec un pourcentage de 16 %.

D’autres éléments sont aussi présents mais à faible pourcentage de 13 à 10 %, l’élément régional, et circumterrestre.

III. Analyse des données et des récoltes sur terrain (F.D d'El berrouaghia)

III.1.Passage des incendies sur plusieurs relevés au niveau de F.D d'El Berrouaghia

La Forêt Domaniale d'ElBerrouaghia est très touché par des incendies pendent ces dernières années.Les incendies de forêts ravagent des étendues considérables. À partir de ces photos qui nous avons pris au terrain nous avons permis de dire que le risque d'incendies de forêt est important .donc, la zone d’étude est considérée comme une zone de protection et préservation à cause des départs de feux précédents, donnant à cette partie le risque.(figure 41)



Figure 41: Photos des passages des incendies de F. D d'ElBerrouaghia

III.2.Les causes des incendies de forêts

Les causes d'incendie de forêt sont diverses. Mais la majorité sont d'origine humaine, que ce soit par accident, par négligence ou intentionnellement.

D'après notre sorties au terrain, nous avons remarqué que l'homme a participé d'une façon directe dans la dégradation de forêt et dans les incendies.



Figure 42: Activités humaines dans les forêts (pique-nique.barbecue..etc.)



Figure 43: Traces des pâturages au niveau de la forêt d'El Berrouaghia

- **Lors de la réalisation de cette partie d'étude**

Effectué les aménagements qui sont fait au niveau de la foret en même temps nous avons vérifié sur terrain l'état des infrastructures existantes (les pistes, les TPF,maison forestière,Poste vigies....ect).

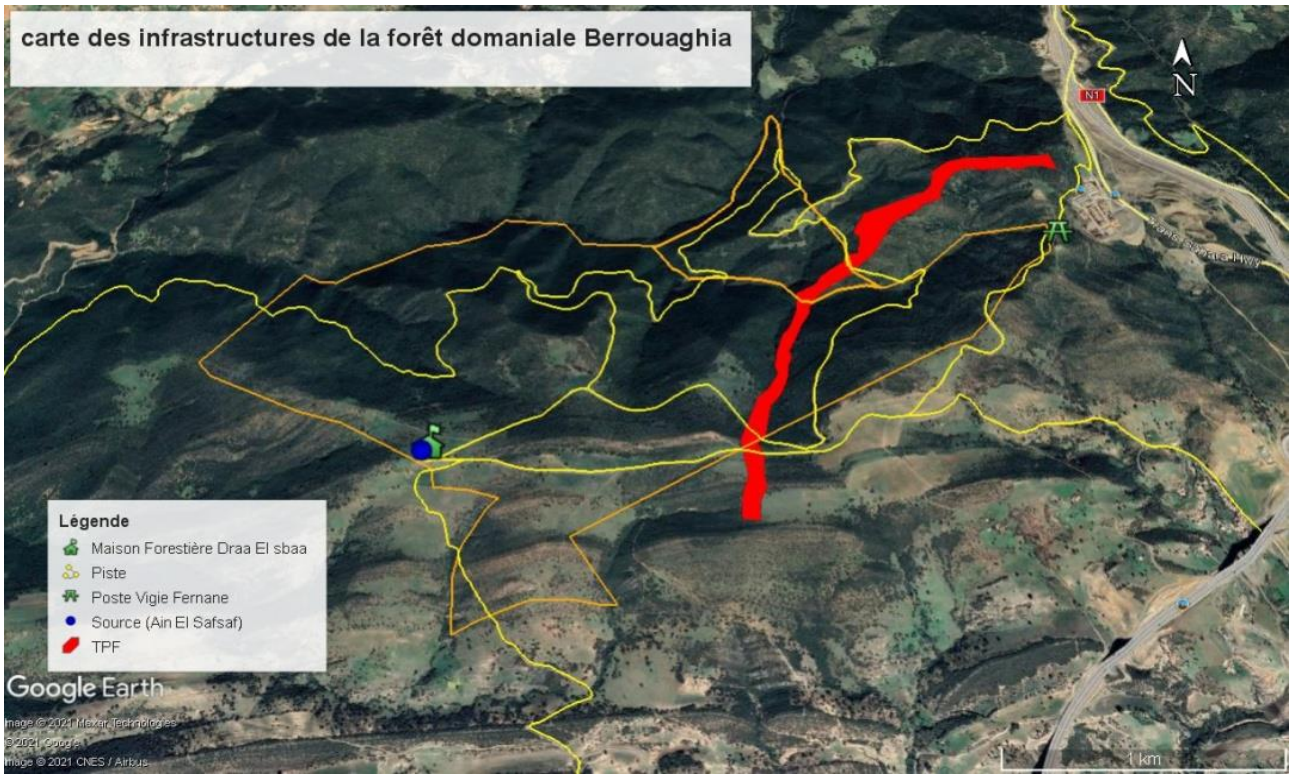


Figure 44. Carte des infrastructures de la forêt domaniale d'ElBerrouaghia (CFB.2021)





Figure 45: Photos des sorties sur terrain ; F.D d'El Berrouaghia.

CONCLUSION

L'analyse cartographique montre que le risque d'incendies est fort dans le Sud et Sud-Ouest de massif forestier d'Elberrouaghia, .exactement au niveau des forêts d'Ouled Bouachraa et Ouled Antar. À cause des conditions favorables aux incendies : fortes pentes et dominance d'exposition Sud .aussi la nature des combustibles végétaux.

Pour notre zone d'étude (la F.D.d'El-Berrouaghia), la carte montre qu'il n'y a pas de répétitivités importantes des incendies dans cette zones. Malgré, nous avons trouvé les mêmes caractéristiques entre les deux sites.

D'après notre échantillonnage sur le terrain, Nous avons remarqué quelles espèces végétales sont distribuées d'une façon irrégulière dans les relevés, certains sont plus abondantes et couvrent une partie importante du sol, et d'autre sont rares.

-pour la Forêt Domaniale d'El-Berrouaghia,les espèces de l'élément méditerranéen et les thérophytes et les phanérophytes sont toujours les plus dominants par rapport les autres.

-Pour la forêt de Ouled Bouachra,les espèces d'élément méditerranéen et les phanérophytes et thérophytes sont toujours les plus dominants par rapport les autres espèces.

-Les espèces les plus dominantes dans la F.D.d'El-Berrouaghia sont : ***Quercus ilex, Juniperus oxycedrus, Phillyrea latifolia, Asphodelus microcarpus***, ***Quercus suber*** ,***Pistacia lentiscus,Calicotome spinosa*** , ***Cistus creticus*** ,***Cistus salvifolius*** et ***Cistus monspeliensis***

--Les espèces les plus dominantes dans la Forêt de Ouled Bouachra sont :***Pinus halepensis,Cistus monspeliensis,Phillyrea latifolia,Quercus coccifera*** et ***arbutus unedo.***

La majorité de ces espèces sont des espèces indicatrices aux incendies, possèdent une forte inflammabilité et vulnérabilité aux incendies. (Tableau 7.Annexe).comme le Cistus et le Genevrier.et les autres espèces sont installés après une dégradation comme le calicotôme.

La dégradation de la forêt est causée majoritairement par les incendies de forêts, aggravée par les conditions climatiques. Ajoutant à cela la nature du couvert végétal, le surpâturage et le défrichement.

CONCULUSION GENERALE

La forêt domaniale d'El-Berrouaghia fait partie du domaine forestier national algérien. Elle est située dans la Wilaya de Médéa. Elle est composée essentiellement par un peuplement de Chêne Liège avec présence d'autres formations forestières, telle que : Chêne vert, Pistachier lentisque.Asphodels....

Les incendies de forêts ravagent annuellement des étendues considérables dans le massif forestier d'El-Berrouaghia .l'analyse des 10 images satellitaires classées montre que les forêt d'El-Berrouaghia ont enregistré une régression des surfaces forestières et un accroissement des maquis (Forme dégradée de la forêt),. Cette perte est causée majoritairement par les incendies de forêts, et le surpâturage et le défrichement.

nous avons constaté à travers cette étude, que ce massif est très touché par des grands incendies pendant ces dernières dix années. Les zones où représente un fort risque sont localisées en grande partie dans la région Sud-ouest du massif (Forêt de Ouled Bouachra et Ouled Antar).

Ce déclenchement important des feux dans la zone d'étude est influencé en particulier par les reliefs de la région. La morphologie de cette zone est caractérisée 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'evatranspiration des végétations.

Durant ces dix dernières, la zone a enregistrée 7 690.14 ha parcourue par les feux, c'est une situation alarmante qui doit être prise en compte par les gestionnaires afin de préserver ce territoire menacé.

D'après notre échantillonnage de terrain que nous avons élaboré dans notre zone d'étude (F.D.d'El-Berrouaghia). Les résultats ont indiqué que le risque d'incendies de forêt dans cette zone est fort et importants **:**

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.

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)

Risque liée à l'Homme : parmi les causes d'incendies, nous avons remarqués sur le terrain, que l'homme influé de façon directe sur la forêt, par leurs activités, quel que soit surpâturage, pique-nique ou bien barbecue.

Malgré le risque d'incendies dans la F.D. d'El-Berrouaghia est fort. Mais nous n'avons pas enregistrés des répétitivités des incendies dans ces dernières années, parce que la forêt est bien aménagée. Elle est réalisé par Les tranchées pare feu, les postes vigies, aménagement des points d'eau, et les maisons forestières.

Enfin, dans la forêt .nous avons remarqués à travers cette étude' absence des panneaux d'affiche feu de forêt ; manque des points d'eau et les pistes. Donc, on propose l'installation de ces équipements pour avoir une gestion durable de cette forêt.

A vu de cette étude, certaines recommandations s'avèrent nécessaires, afin de minimiser les dégâts (perte) de la forêt d'El-Berrouaghia et de mettre en place un dispositif de surveillance :

- 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 surveillancepar 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)).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- ASSALI, F.,ROUCHDI,M.,AJERANE,M.,LAHLOU,M.,et MHARZI ALAOUI,H., 2016: Cartographie du risque d'incendies de forêt dans la région de Chefchaouen-Ouazzane (Maroc).P1,Rev. Mar. Sci. Agron. Vét. 4 (2):5-22, Maroc.
- BADANI S et LAOUADJI M, 2017 : Contribution à l'élaboration de la carte de végétation de la forêt d'Oued Chair à Berrouaghia (Wilaya de Médéa), par le Système d'Information Géographique, Mémoire de Master En Sciences Biologiques ,Université De Médéa.Pp3-27.Algérie.
- BAKOUR, H. et GHETTAS, S.;2020: Etude phytoécologique et inventaire des plantes de la forets domaniale d'El Berrouaghia (wilaya de Médéa), Mémoire de Master En Ecologie, université de Yahya Farés Médéa..Pp18-32.Algérie.(consulté le 30/06/2020).
- 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).
- BELLOULLOU,Y. ;2017 :Approche cartographique de la végétation et des infrastructures forestières de la forets domaniale de Draa Lakhal (W.Médéa) .mémoirede Master en Foresterie,université Abou Beker Belkaid Tlemcen.P36,Algerie.(consulté le 19/06/2017).
- BELDJAZIA,A. ;2019 :Télédétection et SIG,Université Ferhat Abbas se Sétif,Pp4-8,Algerie.
- BLEU,P,.2020 :Etat des forêts méditerrannéene 2018 Food .Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.P3.
- 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.
- CARREGA, P. ;2010 : Le risque d'incendies de forêt en région méditerranéenne, compréhension et évolution P 2.
- Centre Canadien de Télédétection ; 2019 : Notions fondamentales de télédétection Ressources naturelles.P5-6.
- CHATRY,J-Y.,LEGALLOU ,M.,LE QUENTREC,J-J.,LAFITTE,D., :2014 ;Rapport de la mission interministérielle :changement climatique et extension des zones sensibles au feu de forêt,P15.
- DENIS, A. ;2020 :Travaux pratiques de Télédétection Spatiale I. Département des Sciences et Gestionde l'environnement ,Université deLiége (ULIEGE),Edt° Arlon Campus Environnement,P 10, Belgique.

REFERENCES BIBILIGRAPHIQUE

- 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 En écologie (université de Yahya Farés Médéa.).Pp11-20, Algérie.
- KAREN,K,KEMP ;2008 :Introduction in «Karen K Kemp,ed,Encyclopia of geographic information science.thousand OAKS.CA:Stage Publications.2008.xxv and 558p.
- LASSAR, A., HAMOUDI, R : 2021 : Contribution à l'étude cartographique des risques d'incendies de forêts dans la wilaya de Médéa(Forêt Domaniale d'ElBerrouahia)par la télédétection. Rapport de Stage.Pp1-24.Centre des Techniques Spatiales.
- MEDDOUR,S.,MEDDOUR,.R;2016:Analyse des stratégies de gestion des incendies de forêts en Algérie, Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou, P 2,Algérie.
- ROUMANE, H, 2014; Analyse du bilan des incendies de forêts Au niveau de la wilaya de Bejaia Pour la période 2000-2013, Université A.MIRA-BEJAIA, Algérie.
- Sirvente ,L. ;2020 :Les types biologiques :Etat de l'art, actualisation des définitions et mise en place d'un référentiel.
- SOUDANI, K. ;2007 :Introduction Générale à la Télédétection partie :Bases physiques et exemples d'applications aux couvertes végétaux, Université paris .P1.
- TIR,E. ;2015 :Analyse spatiale et cartographie de la régénération forestires incendies dans la wilaya de Tissemsilt,Thése magister.Université Abou Bekr belkaid ,Tlemcen.Pp2-18,Algerie.
- ZAOUI, M. ; 2013 :Gestion des risques de feu dans la forets de Msilla willaya d'oran ,Thèse magister en forestires,Université Abou Bekrbelkaid,Tlemcen.P23.Algerie.
- ALILI.,D.BOUZENOUNE .,A. ;2014 :Dictionnaire en écologieGénérale,P 3-57.

Annexe I:Les cartes

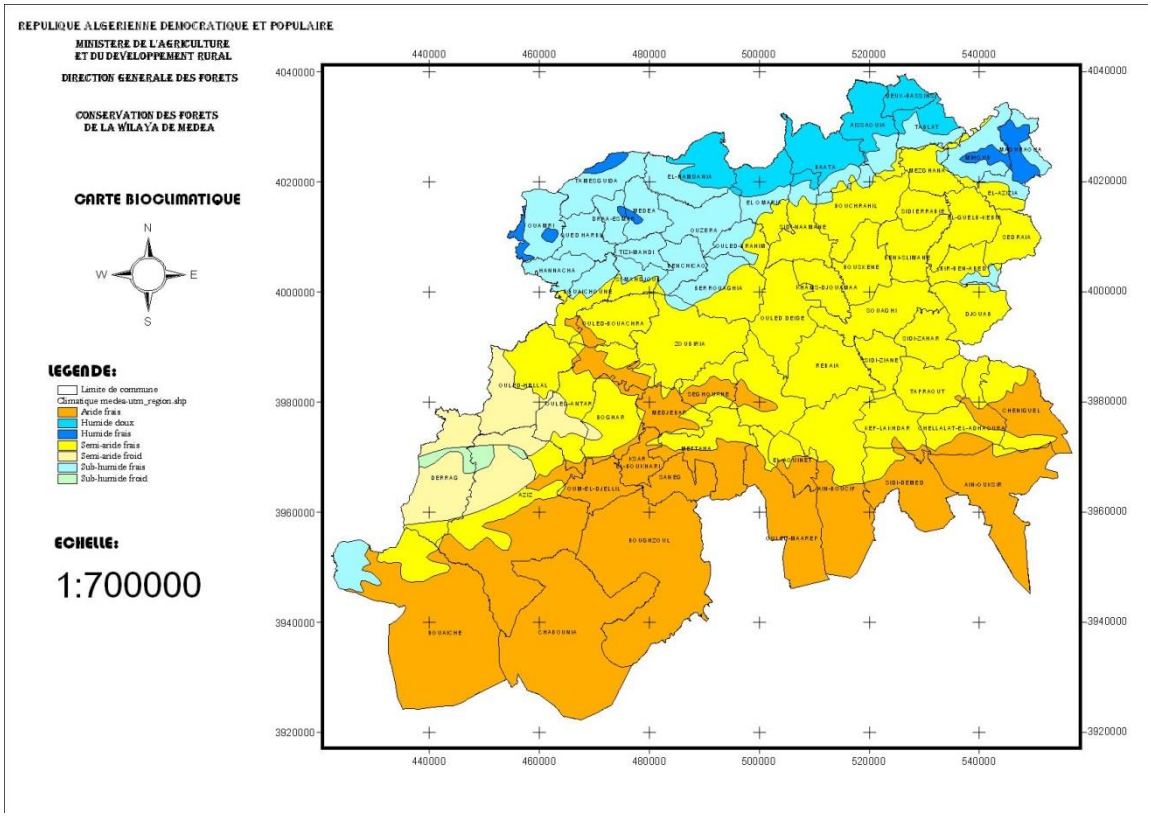


Figure 1:Carte Bioclimatique de la wilaya de Médéa (CFB,2010)

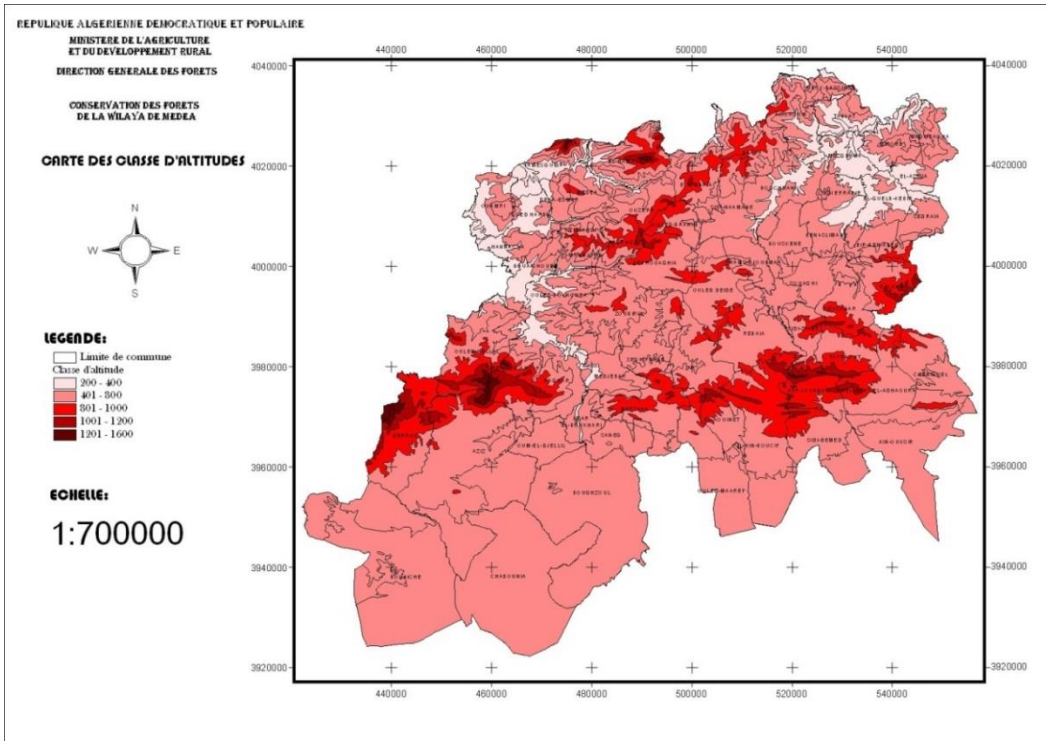


Figure 2:Carte des Classes d'Altitude de la wilaya de Médéa (BNDER,2008)

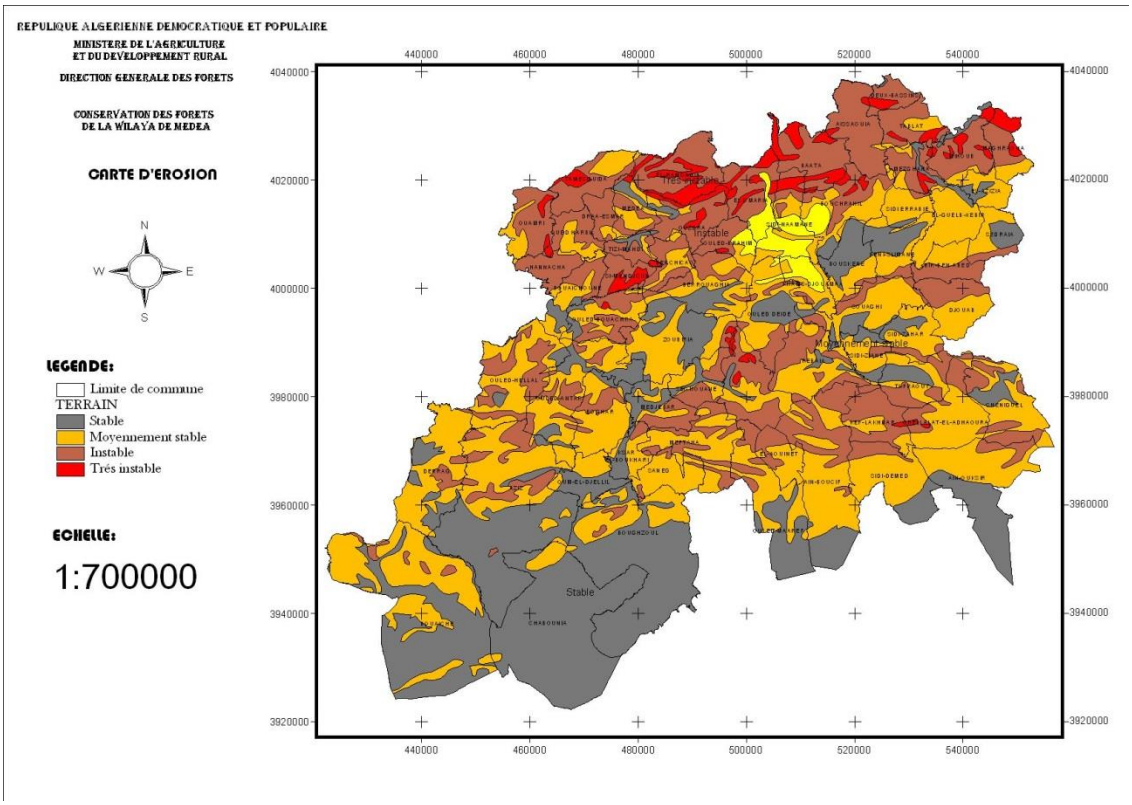


Figure 3:Carte d'Erosion de la wilaya de Médéa (CFB,2010).

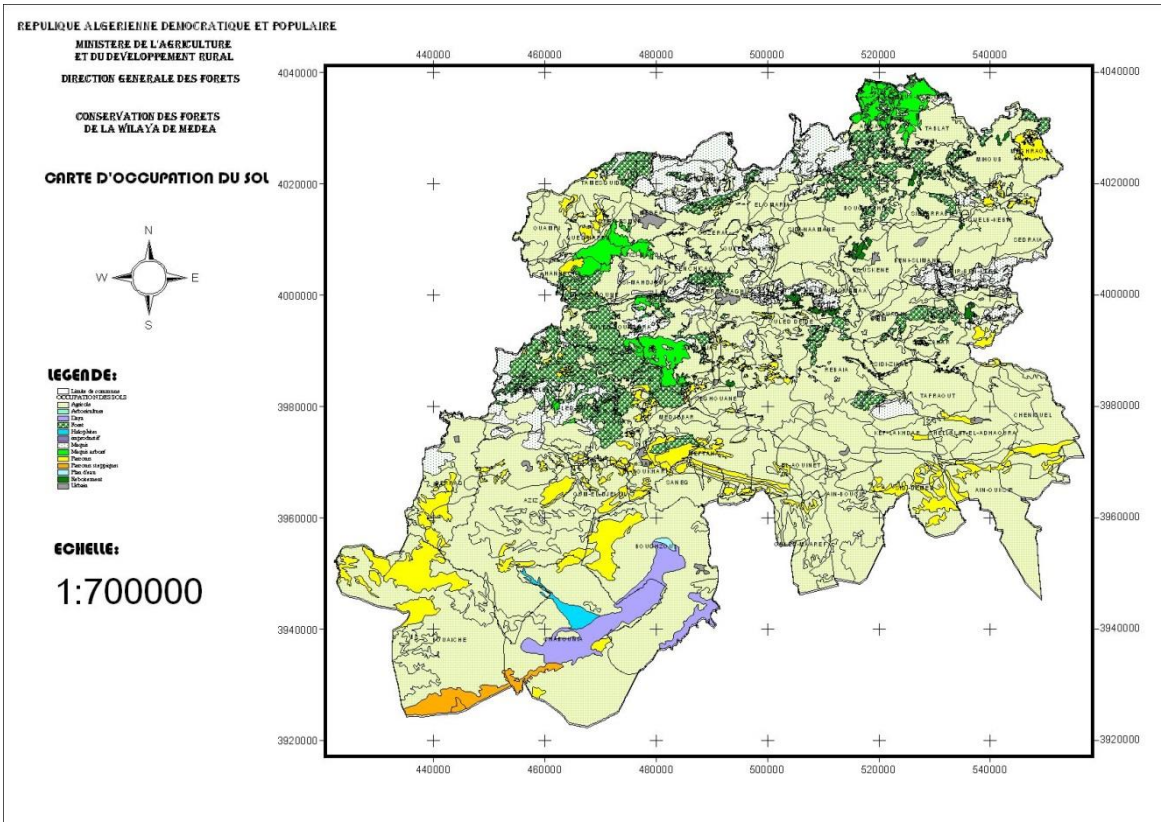


Figure 4:Carte d'Occupation des Sol de la wilaya de Médéa (CFB,2010).

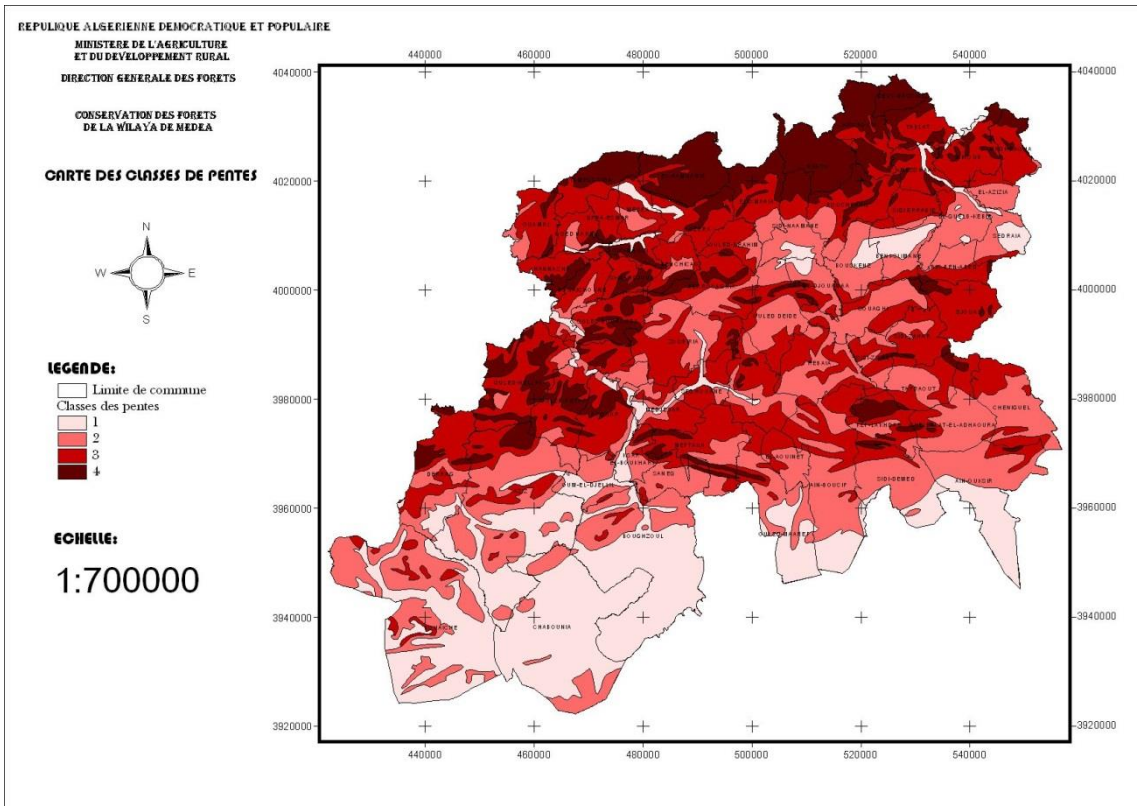


Figure 5:Carte des Classes de pentes de la wilaya de Médéa (CFB, 2010).

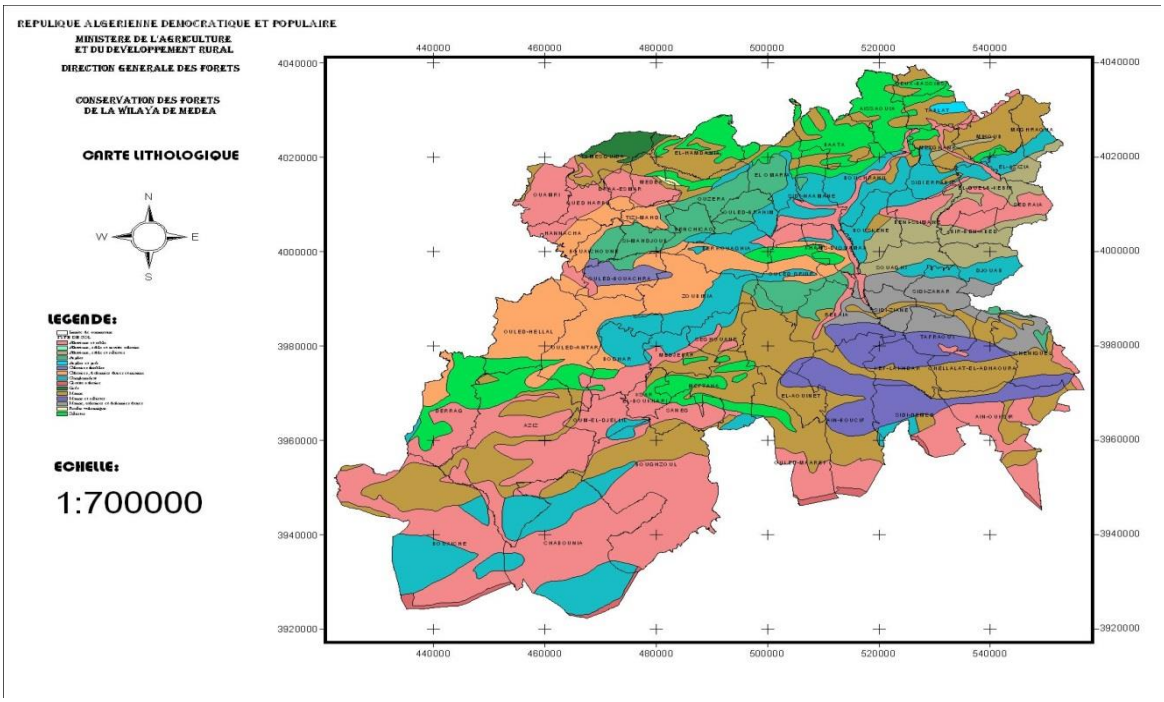


Figure 6:Carte des lithologique de la wilaya de Médéa (CFB, 2010).



Figure 7. Images de l'NDVI du 2010 au 2019 du Massif Forestier d'ElBerrouaghia (LASSAR et HAMOUDI, 2021).

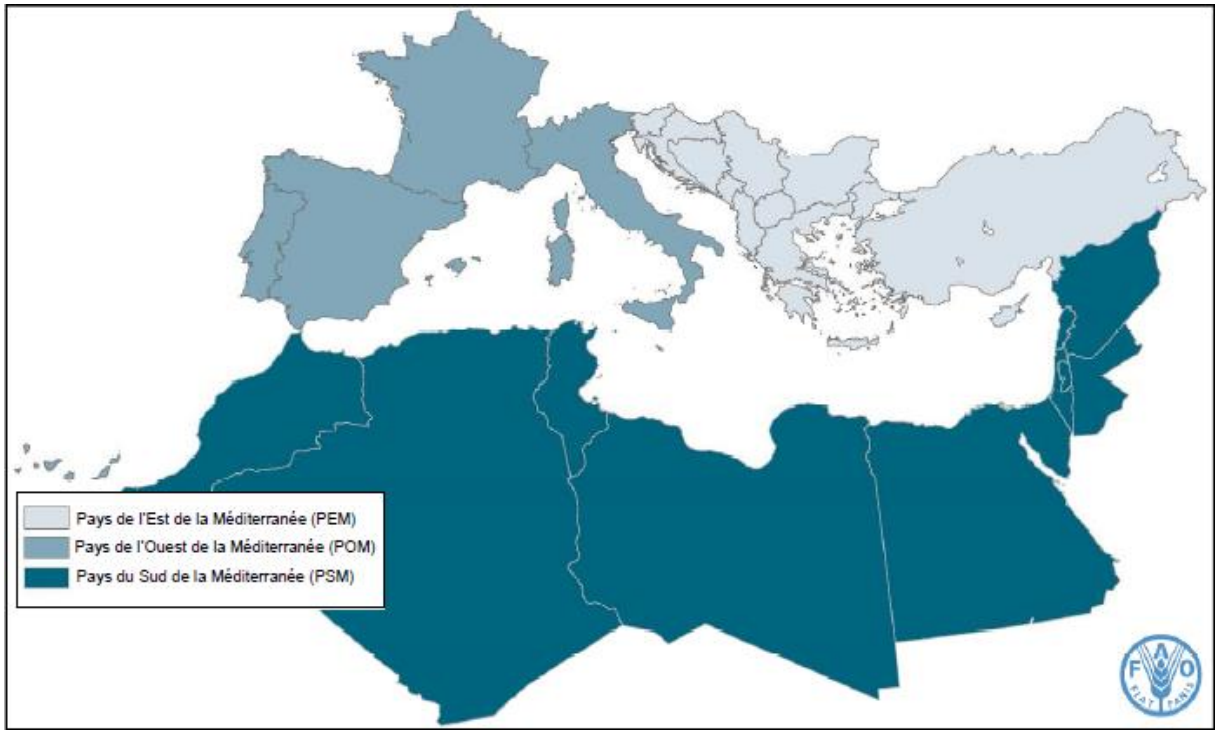


Figure 8. Pays dans les différentes zones de la région méditerranéenne (Est, Ouest et Sud).

Annexe II. Les Tableaux

Tableau 1: Classification des valeurs de la pente

Classe des pentes en degré °	Topographie
0 à 1	Plaine
1 à 4	BAS piémont
4 à 8	Haut piémont
>8	Montagne

Tableau 2 : Classification des expositions des versants

Orientation	Intervalles en Degré °
NORD	0 à 45 (315 à 360)
EST	45 à 135
SUD	135 à 225
OUEST	225 à 315

Tableau 3 ; Liste des espèces végétale de la Forêt Domaniale d'El-Berrouaghia

Famille	Genre espèce	Type biologique	Type chorologique
Amaryllidaceae	*Allium roseum*	Géophyte	
	Pancratium maritimum	Géophyte	Méditerranéen-atlantique
	Allium tuberosum	Géophyte	
Acanthaceae	*Acanthus mollis*	Hémicryptophyte	Méditerranéen
Anacadiaceae	*Pistacia lentiscus*	Phanérophyte	Méditerranéen-
Apiaceae	*Apium graveolens*	Chaméphyte	Cosmopolite
	Berla erecta	Hémicryptophyte	Circumboréal
	Thapsia villosa	Hémicryptophyte	Méditerranéen occidental
	Toliris arvensis	Chaméphyte	Cosmopolite
	Sium latifolia	Hémicryptophyte	Européen
	Ammi majus	Thérophytes	Méditerranéen
	Pastinaca sativa	Hémicryptophyte	Eurasiatque septentrionale
	Aegopodium podagararia	Hémicryptophyte	Eurasiatque septentrionale
	Foeniculum vulgare	Hémicryptophyte	Paléo-tempérée

	Smyrnium olusatrum	Hémicryptophyte	Méditerranéen
	Eryngium campestre	Hémicryptophyte	Eurasiatique
	Ferula communis	Hémicryptophyt e	Méditerranéen
	Torilis nodosa	Thérophyte	Européen méridional
	Anthriscus caucalis	Hémicryptophyte	Européen méridional
Asparagaceae	*Asparagagus officimalis*	Géophyte	Européen
	Asparagagus setaceud	Géophyte	Eurasiatique
	Asparagus acutifulus	Phanérophytes	Méditerranéen
	Antherium lilago	Hémicriptophytes	Méditerranéen-atlantique
	Charybaclis maritima	Géophyte	Méditerranéen
	Ornithoglum umbllatum	Géophyte	Circumboréal
Asphodelaceae	*Asphdelus ramsus*	Géophyte	Méditerranéen occidental
	Asphodelus microcarpus	Géophyte	Méditerranéen occidental
Astéraceae	*Phagnalon saxatile*	Chaméphyte	Méditerranéen occidental
	Filago pygmaea	Thérophytes	Méditerranéen
	Crepis capillaris	Hémicryptophyte	Européen
	Artemisia capestris	Hémicryptophyte	Eurasiatique méridional
	Crepis vesicaria	Hémicryptophyte	Méditerranéen –atlantique
	Bellidiastrum michellii	Hémicryptophyte	Orophyte alpin
	Bellis sylvestris	Hémicryptophyte	Méditerranéen
	Carthamus lanatus	Thérophytes	Méditerranéen
	Filago pyramidata	Thérophytes	Méditerranéen
	Carduus pycnocephalus	Hémicryptophyte	Méditerranéen
	Helichrysum soechas	Chaméphytes	Méditerranéen-atlantique
	Artemisia abrotanum	Chaméphytes	Asie occidental
	Anacyclus radicata	Thérophytes	Méditerranéen occidental
	Dittrichia viscosa	Chaméphytes	Méditerranéen
	Sonchus tenerrinus	Hémicryptophyte	Méditerranéen
	Anthemis arvensis	Thétrophyte	Eurasiatique
	Picris hieracioides	Hémicryptophyte	Eurasiatique
	Chamaemelum noluile	Hémicryptophyte	Atlantique
	Anacyclus valentns	Thérophytes	Méditerranéen occidental
	Cirium palustre	Hémicryptophyte	Eurasiatique septentrionale
	Bombyccilaena erecta	Thérophytes	Méditerranéen
	Anacyclus clavatus	Thérophytes	Méditerranéen occidental
	Galactites tomentosus	Hémicryptophyte	Méditerranéen
	Hypochaeris achyrophorus	Thérophytes	Méditerranéen
	Hypochaeris radicata	Hémicryptophyte	Européen méridional
	Lactuca serriola	Thérophytes	Européen
	Centaurea pulata	Hémicryptophyte	Méditerranéen

	Glebionis segetum	Thérophytes	Européen méridional
	Glebionis coroaria	Thérophytes	Méditerranéen
	Carduus defloratus	Hémicryptophyte	Orophyte méridional
	Matricaria chamomilla	Thérophytes	Cosmopolite
	Calendula officinalis	Thérophytes	Cosmopolite
	Leucanthemum vulgare	Hémicryptophyte	Eurasiatique
Boraginaceae	*Myosotis discolor*	Thérophytes	Méditerranéen-atlantique
	Echium vulgalare	Hémicryptophyte	Européen
	Echium italium	Hémicryptophyte	Méditerranéen
Brassicaceae	*Draba muralis*	Thérophytes	Méditerranéen-atlantique
	Calepina irregularis	Thérophytes	Eurasiatique méridional
	Sisymbrium orientale	Thérophytes	Méditerranéen
	Cinapis arvensis	Thérophytes	Européen tempère
	Rapistium rujosum	Thérophytes	Cosmopolite
	Sisymbrium irio	Thérophytes	Européen tempère
	Capsella burs –pastoris	Thérophytes	Cosmopolite
	Biscutella méditerranea	Hémicryptophytes	Méditerranéen
	Diplotaxis muralis	Thérophytes	Méditerranéen-atlantique
	Sisymbrium officinale	Thérophytes	Cosmopolite
	Alliaria petiolota	Thérophytes	Eurasiatique
	Biscutella laevigata	Hémicryptophyte	Européen méridional
Caprifolaceae	*Valerianella eriocarpa*	Thérophytes	Méditerranéen-atlantique
	Valerianella discoidea	Thérophytes	Méditerranéen
	Valerianella dentata	Thérophytes	Méditerranéen-atlantique
	Centranthus calcitrape	Thérophytes	Méditerranéen
Caryophyllaceae	*Stellaria media*	Thérophytes	Cosmopolite
	Moehringia trinervia	Hémicryptophyte	Européen
	Paronychia argentea	Hémicryptophyte	Méditerranéen
	Cerastium glomeratum	Thérophytes	Cosmopolite
	Silene gallica	Thérophytes	Cosmopolite
	Dianthus armeria	Hémicryptophyte	Sud-est de l'Europe
	Silene nutans	Hémicryptophyte	Européen tempéré
	Stellaria neglecta	Thérophytes	Méditerranéen atlantique
	Agrostemma githago	Thérophytes	Cosmopolite
Cistaceae	*Cistus salviifolius*	Chaméphytes	Méditerranéen
	Fumana thymifolia	Chaméphytes	Méditerranéen
	Cistus monspeliensis	Chaméphytes	Méditerranéen
	Cistus creticus	Chaméphytes	Méditerranéen
Ceratophyllaceae	*Ceratophyllum demerdum*	Chaméphytes	Méditerranéen-atlantique
Celastraceae	*Euonymus eurpaeus*	Microphanérophytes	Eurasiatique

Annexes

Crassulaceae	*Umbilicus rupestris*	Géophyte	Méditerranéen-atlantique
	Umbilicus horizontalis	Géophytes	Méditerranéen
	Sedum rupestre	Chaméphytes	Européen occidental
	Sedum atratum	Thérophytes	Orophyte méridional
Cucurbitaceae	*Cucurbita pepo*	Thérophytes	Introduit Amérique
Cupressaceae	*Juniperus oxycedrus*	Phanérophytes	Méditerranéen-atl
	Juniperus communis	Microphanérophytes	Cosmopolite
Dioscoreaceae	*Dioscorea communis*	Géophyte	Méditerranéen-atlantique
Diposacaceae	*Knautia arvensis*	Hémicryptophyte	Eurasiatique septentrional
Ericaceae	*Vaccinium oxycoccus*	Chaméphytes	Circumboréal
Euphorbiaceae	*Euphorbia dulcis*	Géophyte	Cosmopolite
	Euphorbia flavicoma	Hémicriptophyes	
Fabaceae	*Trifolium dubium*	Thérophyte	Cosmopolite
	Calicotom spinosa	Nanophpanérophyes	Ouest Méditerranéen
	Tripodion tetraphyllum	Thérophyte	Méditerranéen
	Médicogo obicularis	Thérophyte	Méditerranéen
	Lupinus micranthus	Thérophytes	Méditerranéen
	Medicogo sativa	Hémicriptophyes	Eurasiatique
	Vicia pannonica	Thérophytes	Européen méridionale
	Trifoluim stellatum	Thérophytes	Méditerranéen-atlantique
	Trifolium purpureum	Therophyte	Méditerranéen septentrionale
	Cytisus villosus	Nanophanérophytes	Méditerranéen occidental
	Médicago ciliaris	Thérophytes	Méditerranéen
	Trifolium angustifolium	Thérophytes	Méditerranéen
	Astragalus hamosus	Thérophytes	Méditerranéen
	Scorpiurus muricatus	Thérophytes	Méditerranéen
Fagaceae	*Quercus ilex*	Phanérophytes	Méditerranéen
	Quercus suber	mésophanerophyte	Méditerranéen occidental
	Quercus phellos	Phanérophytes	Méditerranéen
	Quercus coccifer	Nanophanérophytes	Méditerranéen
Geraniaceae	*Geranium lucidum*	Thérophytes	Méditerranéen occidental
	Geranium robertiasnum	Thérophytes	Circumboréal
	Geranium purpureum	Thérophytes	Méditerranéen –atlantique
	Geranium Rotendifolium	Tthérophytes	Européen méridional
	Erodium cicutarium	Thérophytes	Circumboréal
	Geranium mole	Thérophytrs	Eurasiatique
Grossularicaea	*Ribes rubrum*	Nanophanérophytes	Européen occidental
Liliaceae	*Gagea pratensis*	Géophytes	Européen méridional
Lamiaceae	*Nepeta cataria*	Hémicryptophytes	Européen méridional
	Lavandula stoechas	Chaméphytes	Méditerranéen
	Teucrium scorodonia	Hémicriptophytes	Européen occidental
	Scutellaria minor	Géophytes	Méditerranéen Atlantique
	Thymus vulgaris	Chaméphytes	Méditerranéen occidental
	Lamium amoplexicaule	Thérophytes	Eurasiatique
	Phlomus fruticosa	Chaméphytes	Méditerranéen oriental
	Ajuga reptans	Hémicryptophytes	Eurasiatique
	Salvia sclarea	Chaméphytes	Méditerranéen
	Stachys byzantina	Chaméphytes	Méditerranéen
	Marrubium vulgare	Hémicryptophytes	Méditerranéen
Laminaceae	*Teucrium scorodonia*	Hémicryptophytes	Européen occidental
	Lamium alexicaule	Thérophytes	Eurasiatique

	Gagea pratensis	Géophyte	Européen méridional
Linaceae	*Linum strictum*	Thérophytes	Méditerranéen
	Linum usitatissimum	Thérophytes	Eurasiatique
Lindernia	*Lindernia dubai*	Thérophytes	Amérique du nord
Oleaceae	*Phillyrea latifolia*	Microphanérophytes	Méditerranéen
	Phillyrea angustifolia	Nonaphanérophytes	Méditerranéen occidental
	Jasminum fruticans	Nonaphanérophytes	Méditerranéen
	Oléa europaea	Mésophanérophytes	Sténo Méditerranéen
Onagraceae	*Epilobium praviflorum*	Hémicryptophytes	Européen
Orchidaceae	*Orchis purpurea*	Géophytes	Européen
	Anacamptis pyranidalis	Géophytes	Européen méridional
	Anacamptis papilionacea	Géophytes	Méditerranéen
Papaveraceae	*Papaver hybridum*	Thérophytes	Méditerranéen
	Papver rhoeas	Thérophytes	Européen
	Fumara parviflora	Thérophyt	Cosmopolite
	Fumaria capreolata	Thérophytes	Méditerranéen
	Eschscholzia californica	Thérpphytes	Introduit (Amérique duN)
Pinaceae	*Pinus halepensis*	Mésophanérophytes	Circumméditerranéen
Plantaginaceae	*Plantago weldenii*	Thérophytes	Méditerranéen
	Plantago serraria	Thérophytes	Ouest Méditerranéen
	Plantago major	Hémicriptophytes	Eurasiatique
	Platango albicans	Chaméphytes	Méditerranéen
Poaceae	*Poa annua*	Thérophytes	Cosmopolite
	Poa nemoralis	Hémicriptophytes	Circumboréal
	Brachypodium distachyon	Hémicriptophytes	Méditerranéen
	Poa bulbosa	Hémicriptophytes	Eurasiatique
	Cynosurus echinatus	Thérophytes	Méditerranéen
	Hordeum murinum	Thérophytes	Cosmopolite
	Ampelodesmos mauritanicus	Hémicriptophytes	Méditerranéen occidental
	Cynodon dactylon	Hémicriptophytes	Cosmopolite
	Anisantha sterilis	Thérophytes	Eurasiatique méridional
	Bromus diandrus	Thérophytes	Européen méridional
	Lagurus ovatus	Thérophytes	Méditerranéen –atlantique
	Koeleria macrantha	Hémicriptophytes	Circumboréal
	Avena barbata	Thérophytes	Méditerranéen
	Briza maxima	Thérophytes	Méditerranéen
	Aegilops geniculata	Thérophytes	Méditerranéen
	Lolium perenne	Hémicriptophytes	Circumboréal
polygonaceae	*Rumex acetosella*	Hémicriptophytes	Cosmopolite
primulaceae	*Lysimachia arvensis*	Thérophytes	Cosmopolite
	Anagallis arvensis	Thérophytes	Cosmopolite
Rhamnaceae	*Rhamnus alaternus*	Microphanérophytes	Méditerranéen
Ranoculaceae	*Ranuculus parviforus*	Thérophytes	Méditerranéen –atlantique
	Ranuculus repens	Hémicriptophytes	Circumboréal
	Anemone palmat	Géophytes	Méditerranéen occidental
	Ranuculus bulbosus	Géophytes	Circumboréal
	Ranuculus paludosus	Hémicriptophytes	Méditerranéen –atlantique
	Delplinium elatum	Hémicriptophytes	Eurasiatique
	clematis vitalba	Phanérophytes	Circumboréal
Rosaceae	*Aphanes arvensis*	Thérophytes	Européen méridional
	Potentilla recta	Hémicriptophytes	Eurasiatique

	Rubus ulmifolius	Nanophanérophytes	Méditerranéen –atlantique
	Prunus spinosa	Nanophanérophytes	Eurasiatique
Rubiaceae	*Galium aparine*	Thérophytes	Eurasiatique méridional
	Sherardia arvensis	Thérophytes	Eurasiatique méridional
Saxifragaceae	*Sxifraga rotundifolia*	Hémicryptophytes	Méditerranéen
Urtcaceae	*Urtica dioica*	Géophytes	Cosmopolite
	Urtica membranacea	Thérophytes	Méditerranéen
Valerianaceae	*Centranthus calcitrapae*	Thérophytes	Méditerranéen
Verbenaceae	*Verbena officinale*	Hémicriptophytes	Cosmopolite

Tableau 4. Les Espèces Dominants dans la Forêt Domaniale d'El-Berrouaghia

Les relevés	**Premier esp dominants**	**Deuxième esp dominants**	**troixième esp dominants**
1	*Quercus ilex*	*Asphodelus microcarpus*	*Cistus creticus*
2	*Quercus ilex*	*Juniperus oxycedrus*	*Cistus creticus*
3	*Quercus ilex*	*Phillyria latifolia*	*Calicotome spinosa*
4	*Quercus ilex*	*Calicotome spinosa*	*Asphodelus microcarpus*
5	*Pistachia lentiscus*	*Phillyria latifolia*	*Jasminum fructicans*
6	*Quercus ilex*	*Juniperus oxycedrus*	*Cistus creticus*
7	*Quercus suber*	*Quercus ilex*	*Phillyria latifolia*
8	*Quercus afares*	*Quercus canariensis*	*Phillyria latifolia*
9	*Quercus suber*	*Calicotome spinosa*	*Cistus creticus*
10	*Quercus ilex*	*Cistus salvifolius*	*Calicotome spinosa*
11	*Quercus ilex*	*Pistachia lentiscus*	*Olea europea*
12	*Quercus ilex*	*Juniperus oxycedrus*	*Pistachia lentiscus*
13	*Quercus ilex*	*Juniperus communis*	*Phillyria latifolia*
14	*Quercus ilex*	*Pistachia lentiscus*	*Phillyria latifolia*
15	*Quercus ilex*	*Phillyria latifolia*	*Ferula communis*
16	*Quercus ilex*	*Phillyria latifolia*	*Jasminum fruticans*
17	*Quercus ilex*	*Phillyria latifolia*	*Pistachia lentiscus*
18	*Quercus ilex*	*Juniperus communis*	*Calicotome spinosa*
19	*Juniperus communis*	*Quercus ilex*	*Phillyria latifolia*
20	*Quercus ilex*	*Phillyria latifolia*	*Pistachia lentiscus*
21	*Quercus ilex*	*Quercus suber*	*Phillyria latifolia*
22	*Quercus ilex*	*Quercus suber*	*Juniperus communis*
23	*Quercus ilex*	*Asphodelus microcarpus*	Lavandula stoechas
24	*Juniperus communis*	*Quercus ilex*	*Phillyria latifolia*
25	*Quercus ilex*	*Juniperus oxycedrus*	*Phillyria latifolia*
26	*Quercus ilex*	*Juniperus oxycedrus*	*Phillyria latifolia*
27	*Pistachia lentiscus*	*Phillyria latifolia*	*Calicotome spinosa*
28	*Quercus ilex*	*Juniperus oxycedrus*	*Pistachia lentiscus*
29	*Quercus suber*	*Phillyria latifolia*	*Quercus ilex*
30	*Quercus ilex*	*Juniperus oxycedrus*	*Phillyria latifolia*

Tableau 5. Bilan annelle des incendies de forêts de la commune d'El Berrouaghia (CFB)

N° Inc	Date	Nom foret ou lieu-dit	Cause	S.B (Ha)
01	2014	F.D.Berrouaghia (Ouled ben Trad)	INC	0.75
02	2014	F.S.Berrouaghia conton Oued Seghouane (Ouled Ben Trad)	INC	0.04
03	2014	Foret privé ouled Ali	INC	4
04	2014	Foret privé Charata (Sidi Yahya)	INC	0.04
05	2014	F.D.Berrouaghia canton; Djebel Sabah (El Mracheda)	INC	12
06	2014	F.D.Berrouaghia canton; Djebel Sabah (faidja)	INC	0.75
07	2014	Foret privé Charata	INC	1
08	2014	Foret privé karakache	INC	0.5
09	2014	Foret privé karakache	INC	9
10	2014	F.D appartenant à l'E.A.C DJOUGHELALI Tayeb(ain salah)	INC	7
11	2014	F.D Berrouaghia Canton Fernane	INC	60
12	2014	F.D appartenant àl'E.A.C(Hamam ElSalhin)	INC	0.8
13	2014	Foret privé Ouled Ben Trad	INC	4
14	2014	Foret privé Ouled Mellal (El Kessiba)	INC	1
15	2014	Foret privé Douar Si El Tayeb El Djoughelali	INC	0.65
16	2014	Foret privé Ouled Mellal	INC	0.4
14	2014	F.D.Berrouaghia Canton; Oule Mellal (Ain El Halouf)	INC	0.04
15	2014	Foret privé Douar Si El Tayeb El Djoughelali	INC	0.65
16	2014	Foret privé Ouled Mellal	INC	0.4
17	2014	F.D.Berrouaghia Canton; Oule Mellal (Ain El Halouf)	INC	0.04
18	2014	F.D Berrouaghia Canton Fernane	INC	0.75
19	2014	F.D Oued Cheir Canton Hazbout (Lazbat)	INC	1
20	2014	F.D.Berrouaghia Canton; Sidi M'hamed (Fernane)	INC	0.3
21	2014	Foret privéDouar Ouled Mellal	INC	0.5
22	2014	F.D Berrouaghia Canton Fernane	INC	0.02
23	2014	Foret privé Oued Cheir	INC	1
24	2014	F.D Berrouaghia Canton Charata	INC	0.5
25	2014	F.D Oued Cheir (Lazbat)	INC	2

N° Inc	Date	Nom foret ou lieu-dit	Cause	S.B (Ha)
26	2014	F.D Oued Cheir (ElMaamoura)	INC	4
27	2014	F.D Berrouaghia Canton Fernane	INC	0.75
28	2014	F.D Oued Cheir Canton Hazbout (Lazbat)	INC	1
29	2014	F.D.Berrouaghia Canton; Sidi M'hamed (Fernane)	INC	1
30	2014	Foret privé Douar Ouled Mellal	INC	0.5
31	2014	F.D Berrouaghia Canton Fernane	INC	0.02
32	2014	Foret privé Oued Cheir	INC	1
33	2014	F.D Berrouaghia Canton Charata	INC	0.5
34	2014	F.D Oued Cheir (Lazbat)	INC	2
35	2014	F.D Oued Cheir (ElMaamoura)	INC	4
36	2015	F.S Oued Gualat	INC	0.5
37	2015	F.S Tayeb El Djoughelali (Ouled Mellal)	INC	0.25
38	2015	Foret privé Sidi Boubaker (El Aouafa)	INC	0.5
39	2015	Foret privé Charata	INC	0.05
40	2015	Foret privé (Ouled Mellal)	INC	0.06
41	2016	Foret privé Ouled ben Trad	INC	1
42	2017	F.D Berrouaghia Canton Fernane	INC	0.5

Tableau 06: Domaines d'application de la télédétection

Domaines	**Examples d'applications**
Géosciences	Géologie, pédologie, géomorphologie
Météorologie	Vitesse des vents, précipitations, températures, détection des cyclones, orages…
Océanographie	Couleurs de l'eau, turbidite, hauteurs des vagues, courant marin, phytoplankton, pollution marine
Foresterie	Couverture forestière, santé des forêts, impacts après ouragans…
Cadastre / urbanisme	Couverture du sol, urbanisation, contrôle des autorisations (piscines, zones baties…)
Agriculture	Identification des plantations, evaluation de la production …

Environnement	Etude d'impact, detection des changements …
Biologie /Ecologie	Classification des types de végétaux, étude du corail, cartographie des habitats
Télécommunication	Carte de repartition des antennes de telephonie mobile…
Hydrologie	Comportement de l'eau a la surface du sol et dans le sol, cycle de l'eau
Archéologie	Cartographie des sites archéologique
Santé	Prévision des épidémies, relations avec les changements globaux....
Humanitaire	Pré –alerte de famines : refugiés (camps)
Catastrophes environnementales	Feux de forêts, éruptions volcaniques, sécheresses, marées noires
Changements globaux	Désertification, variations climatiques, composition de l'atmosphere

Source: UNIGE (2004), Peduzzi (2009) in **Abdelbaki (2012)**

Tableau N° 7 : degrés d'inflammabilité par espèce(DAHMANI,2018)

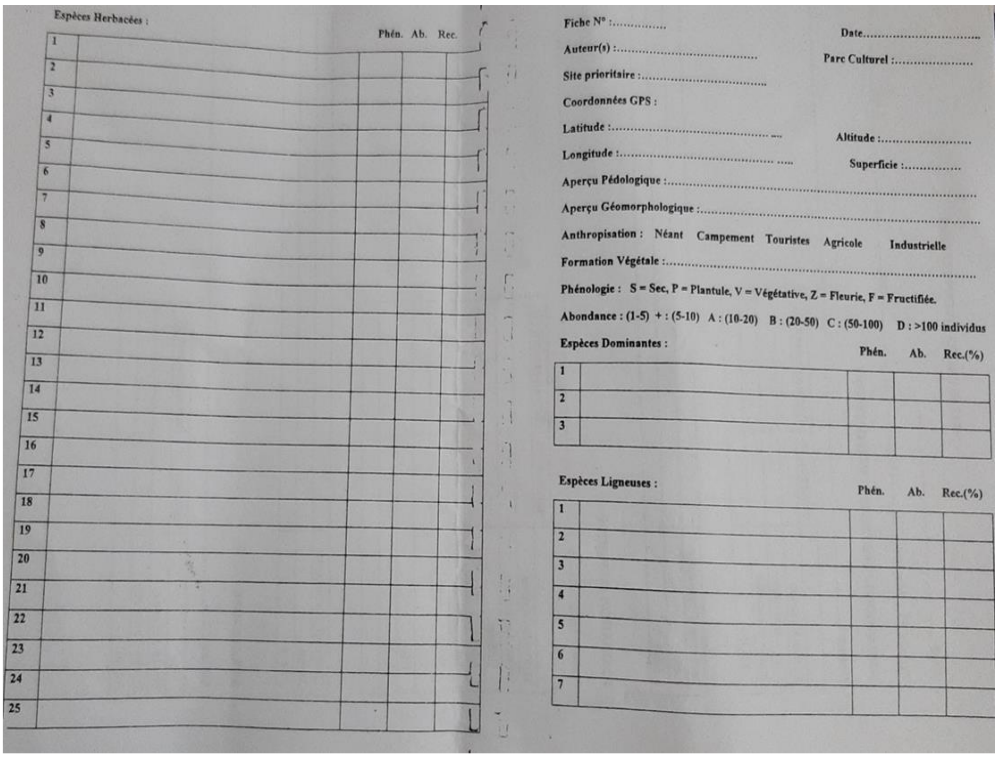
Degrés d'inflammabilité	**Espèce**
Forte	Bruyère à balais Bruyère arborescente Callune Chêne liège Ajonc épineux Cheney vert Pin d'Alep Spartier Thym Brachypode rameaux
Assez forte	Pin maritime Chêne blanc Buis Buplèvre ligneux Genévrier de Phénicie
Modérée	Ciste de Montpellier

	Chêne triflore Chêne kermès Genévrier oxycédre Romarin Viorne-tin
Faible	Arbousier Cèdre Sapin de Céphalonie

Annexe III. Les Photos



Figure 1:les photos de quelque Relevés Floristiques de Forêt Domaniale D'ElBerrouaghia



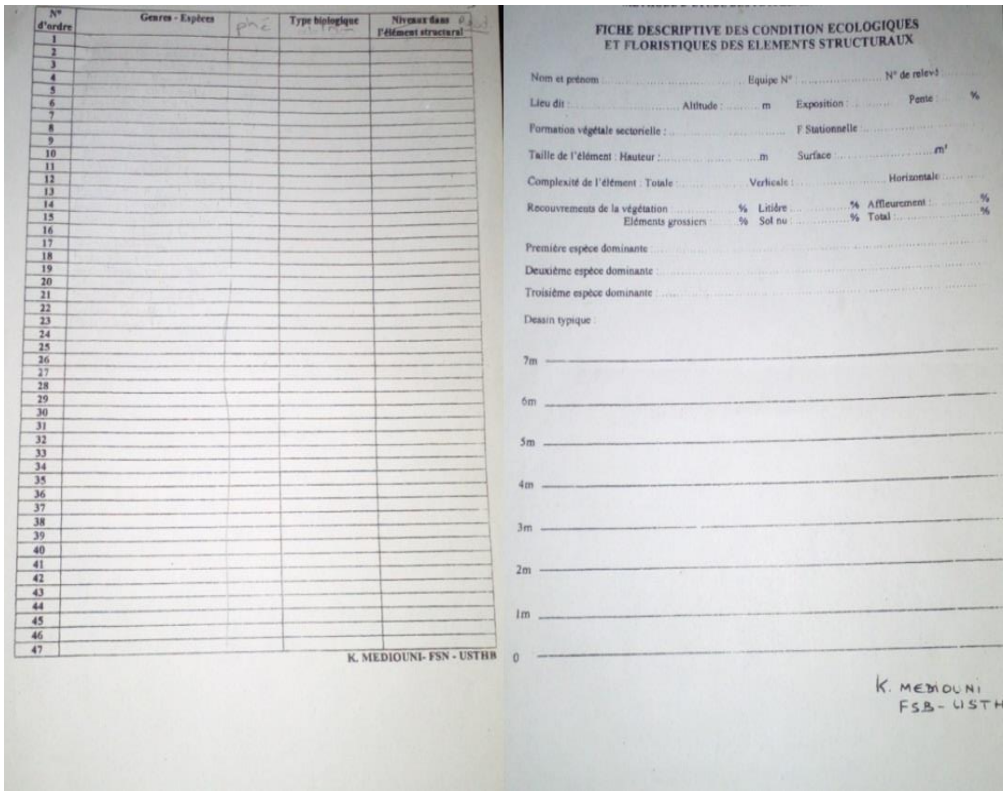


Figure 2: les fiches utilisées dans la réalisation des relevés.**(MEDIOUNI.K.)**

HERBIER







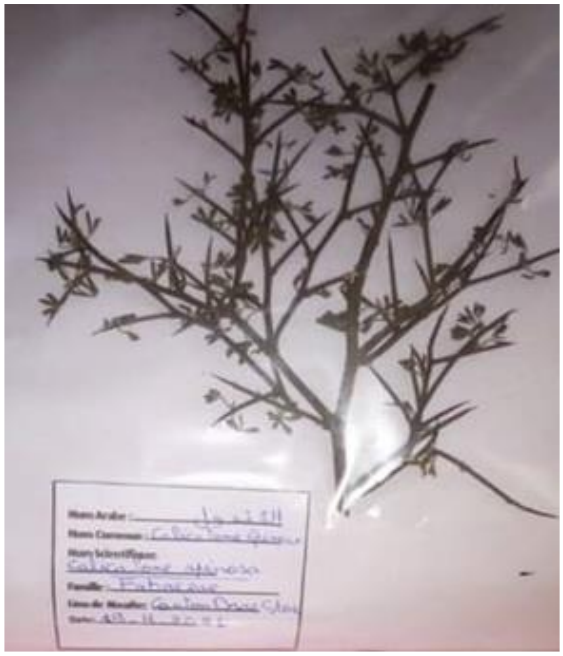


Figure 3 : Exemple des plantes séchées et aplaties dans l'Herbier.