REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE MEDEA

FACULTE DES SCIENCES

Mémoire

Présenté pour obtenir le diplôme de **Master**

En Sciences Biologiques

Spécialité : Ecologie et Protection de l'Environnement

Par :

BADANI Souad

LAOUADJI Mohamed-Amine

Thème :

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 (SIG).

Soutenue publiquement le : 20/06 /2017., Devant le jury composé de :

Président :	*Mr. BELHADJ. H,*	Maitre assistant A, UYF *Médéa*
Promotrice :	*Mme. KHOUDIR. S,*	Maitre assistant A, UYF *Médéa*
Examinateur :	*Mr. AIT HAMMOUDA. T,*	Maitre assistant A, UYF *Médéa*
Examinateur :	*Mr. BENGHANEM. A.N,*	Maitre assistant A, UMM *Tizi Ouazou*

Année universitaire : 2016/2017.

REMERCIEMENT

Nous tenons préalablement à exprimer notre profonde gratitude en premier lieu envers DIEU de nous avoir donné la chance et le courage afin de réaliser ce modeste travail.

Nous désirons exprimer nos vifs remerciements à notre promotrice Madame KHOUDIR. S, Maitre assistant A, à l'université de Médéa de nous avoir encadrée le long de ce travail, nous la remercions pour sa patience et pour nous avoir guidée et orientée ainsi que pour les efforts qu'elle a prodigué, ses conseils et sa gentillesse.

Nous portons nos remerciements également à :

Mr. BELHADJ. H, Maitre assistant A à l'UYF de Médéa, Qui nous a fait l'honneur de présider ce jury.

Mr. AIT HAMMOUDA. T, Maitre assistant A à l'UYF de Médéa, et Mr. BENGHANEM. A.N, Maitre assistant A à l'UMM à Tizi Ouzou, Qui nous à fait l'immense plaisir et honneur d'accepter de participer à notre jury en tant qu'examinateur.

A tous les enseignants et enseignantes de la biologie, en particulier ceux de l'Ecologie, pour nous avoir enrichi de leur savoir tout au long de nos études universitaires.

Nos remerciements vont également à Mr le conservateur et l'ensemble du personnel de la conservation des forêts de la Wilaya de Médéa.

Nous exprimons une mention très spéciale à Mr BRAHIMI. Yacine chef de circonscription des forêts de Berrouaghia, pour son dévouement et sa disposition. Il nous à profiter de son expérience de terrain tout en nous donnant de précieux conseils pour fait le bon déroulement de notre travail.

Nos remerciement vont aussi à :

Aux personnels des forêts de Berrouaghia, Mr NAÏMI Djamel, et Mr IMESSAOUDENE Mohand Saïd, pour leur aide, soutien et leur patience surtout dans le travail de terrain.
Le personnel de L'ONM, l'ANRH, le BNEDER, la DSA, la DGF et le PDOU.

En fin, à toutes personne ayant contribuées de prés ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

***A** mes parents : grâce à leurs tendres encouragements et leurs grands sacrifices, ils ont pu créer le climat affectueux et propice à la poursuite de mes études.*
Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes profonds sentiments envers eux. Je prie le bon Dieu de les bénir, de veiller sur eux, en espérant qu'ils seront toujours fiers de moi

***A** mes sœurs Imane, Abir, Nesrine et à mon petit frère Rafik*

***A** mon binôme Souad, mes tantes et mes oncles.*

Aux familles : Laouadji- Chemichem-Badani

Ils vont trouver ici l'expression de mes sentiments de respect et reconnaissance pour le soutien qu'ils n'ont cessé de me porter.

Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé spécialement, et qui ma accompagnaient durant mon chemin d'étude supérieures, spécialement Mme Khoudir. S

Sans oublier tous les enseignants que ce soit du primaire du fondamentale ou de l'enseignement supérieur

***A** l'ensemble des étudiants de ma promotion 2016/2017.*

Amine

Dédicace

A *ceux qui ont partagé avec moi les joies et les déceptions, les réflexions et les soutiens tout au long de ces années.*

Que je leur dise "chers parents model sacrifices, d'amour et de générosité pour tout ce que vous avez fait pour moi, J'espère que vous être fière de moi ".

A *mon enseignante et encadreur Mme Khoudir. S.*

A *mes chère frères Youcef et Salime.*

A *mes chère sœurs Lamiya et Feriale.*

A *touts mes cousins et cousines et toutes ma famille maternelle et paternelle.*

A*ux familles : Badani-Boutahraoui-Laouadji.*

A *tout(es) mes amis(es) : Saliha, Hanane, Lamia, Soumia, Souhila, Ahlam, Aicha, Malika, cherifa, Ismahane, Malek, Nabil et Amine.*

A *mon binôme Mohamed-Amine.*

A *toute la promotion d'Ecologie et protection de l'environnement que je garde des beaux souvenirs inoubliables.*

Souad

Résumé

Contribution à l'élaboration de la carte de végétation de la forêt d'Oued Chair, par le Système d'Information Géographique (SIG).

La forêt domaniale d'Oued Chair s'étend sur deux communes (Ouled Daid et Rebaia), Daïra de Berrouaghia, au centre de la Wilaya de Médéa. Cette forêt mixte caractérisée par des feuillus et des résineux, associées en différents types de formation végétale. Avec prédominance de formation forestière, les essences principales sont le pin d'Alep (*Pinus halepensis*) et le cyprès (*Cupressus sempervirens*).

La végétation est le résultat de l'ensemble des interactions entre les facteurs biotiques et abiotiques du milieu naturel, elles déterminent les types des formations végétales, leur répartition ainsi que leur recouvrement. Le Système d'Information Géographique (SIG) est l'outil qualifié par excellence pour la compréhension et le suivi de la dynamique des végétaux. L'objectif de notre travail est la réalisation de la carte de végétation de la forêt domaniale d'Oued Chair par le système d'information géographique.

La réalisation de la carte de végétation de la forêt d'Oued Chair au 1/15.000 nécessite deux étapes importantes : une étape analytique par la collecte des données et le travail de terrain basé sur l'échantillonnage subjectif de 60 parcelles réparties sur toute la forêt, nous permettant de réaliser une liste de 70 espèces. L'autre étape synthétique qui mène à l'élaboration de la carte par l'utilisation du logiciel MapInfo 7.5, une image satellite de Google Earth 2016 et une série de photographies aériennes à 1/20.000 prise en 2008.

A l'issu de ce travail, une carte de végétation de la forêt a été élaborée, pouvant servir comme carte de référence pour les études écologiques, environnementales et pour les plans d'aménagements.

Mots clés : Forêt d'Oued Chair, carte de végétation, système d'information géographique, image satellite, photographie aérienne.

Abstract

Contribution to the development of the Oued Chair forest vegetation map by the Geographic Information System (GIS).

The national forest of Oued Chair scattered over two communes (Ouled daid and Rebia), Daïra of Berrouaghia, in the center of the Wilaya of Médéa. This mixed forest of hardwoods and softwoods, associated with different types of vegetation formation. With the predominance of forestry training, the main species are pine Aleppo *(Pinus halepensis)* and cypress (*Cupressus sempervirens).*

Vegetation is the result of all the interactions between biotic and abiotic factors of the natural environment, by the intervention in the dynamic phenomena of the latter. The Geographic Information System (GIS) is the ideal tool for understanding and monitoring. The objective of our work is the realization of the vegetation map of our study site which is based on vegetation and SIG.

The realization of the vegetation map of the forest of Oued Chair at 1 / 15,000 requires a two-step process: an analytical step consists of data collection, and field work based on subjectif sampling on 60 parcels distributed over the forest. Allowed us to realize a list of 70 species. The synthetic step leads to the making of the map by the call to software MapInfo 7.5, a satellite image of Google Earth 2016 and series of aerial photographs at 1 / 20,000 taken in 2008.

At the end of this work, a map of vegetation of the forest has been developed which will be a reference map for any study and development in the future.

Keywords: Oued Chair forest, vegetation map, geographic information system, satellite image, and aerial photograph.

ملخص:

إنشاء خريطة الغطاء النباتي لغابة وادي الشعير بمنطقة البرواقية (المدية) باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (SIG).

تقع غابة وادي الشعير ضمن نطاق دائرة البرواقية, وسط ولاية المدية. هي غابة مختلطة من الصنوبريات و الورقيات, أهم مكوناتها الصنوبر الحلبي و السرو.

الغطاء النباتي ناتج عن مجموعة من التفاعلات بين العوامل الحيوية واللاحيوية للوسط الطبيعي, وذلك بالتدخل في مراحل تطورها وتشكلها. نظام المعلومات الجغرافية (SIG) هو أداة فعالة لفهم ومتابعة هذه المراحل. إن الهدف من هذه الدراسة هوإنجاز خريطة الغطاء النباتي للموقع المدروس بالاعتماد على الغطاء النباتي و (SIG). إنجاز خريطة الغطاء النباتي لوادي الشعير بمقياس 15.000/1 يتطلب مرحلتين : مرحلة تحليلية تتمثل في جمع المعلومات وأخذ العينات من60 قطعة, سمحت لنا هذه الأخيرة من إنجاز قائمة ل70 نوع نباتي. المرحلة الثانية تتمحور في إنجاز الخريطة بالاعتماد على نظام المعلوماتMapInfo, صورة قمر صناعي EarthGoogle مؤخوذة عام 2016 التي تتضمن موقع الدراسة و معاينات ميدانية بالإضافة إلى السلسلة من الصور الجوية مأخوذة عام 2008

في نهاية هذا العمل تم إنجاز خريطة الغطاء النباتي لوادي الشعير لتكون خريطة مرجعية لأية دراسة بيئية أو من اجل انجاز مخططات التهيئة.

كلمات مفتاحيه: غابة وادي الشعير, خريطة الغطاء النباتي, نضم المعلومات الجغرافية, صورة قمر الصناعي, صورة جوية.

LISTE DES ABREVIATIONS, FIGURES ET TABLEAUX

Liste des abréviations

ANRH : l'Agence Nationale des Ressources Hydraulique.

B.D : Base de Données.

BNEDER : Bureau National d'Etude pour le Développement Rural.

CGIS : Système d'Information Géographique du Canada.

DGF : Direction Générale des Forêts.

DoD : Département de la défense (Departement of Defence) des Etats-Unis.

DSA : Direction des Services Agricoles.

FCG : Fascicule de Gestion de la Conservation des Forêts.

FOSA : Etude prospective du secteur forestier en Afrique.

GPS : Global Positioning System.

I .C.V : Institut de Cartographie de la végétation d'Alger.

ID: Identifiant.

INCT : Institut National de la Cartographie de Télédétection.

JPEG: Joint Photographic Experts Group.

NAVSTAR: Navigation System by Timing And Ranging.

ONM : Office National de Météorologie.

PDAU : Plan Directeur d'Aménagement Urbanisme.

S.C.V : Service de la Cartographie de la Végétation.

SGBD : Systèmes de Gestion de Base de Données.

SIG : Système d'Information Géographique.

SQL : Structured Query Language.

Tiff: Taggerd Image File Format = Format de Fichier d'Image Référencées

Liste des tableaux

Tableau I : Les cantons de la forêt d'Oued Chair et leur superficie (DGF, 2016) 04

Tableau II : Localisation phytogéographique de la zone d'étude..... 04

Tableau III : Localisations des stations météorologiques de référence..... 11

Tableau IV : Pluviosités moyennes mensuelles et annuelles en (mm) des deux stations..... 12

Tableau V : Régimes saisonniers des deux stations en (mm)..... 13

Tableau VI : Les moyennes mensuelles des températures maximales « M », minimales « m » et moyennes des stations de références en (°C) 16

Tableau VII : Moyennes mensuelles des vitesses des vents en (m/s) de station de Médéa .. 18

Tableau VIII : Humidité relative moyennes (en %) de station de Médéa..... 18

Tableau IX : Evaporation mensuelle (mm) de station de Médéa 18

Tableau X : Durée mensuelle de l'insolation totale (en heures) de station de Médéa..... 19

Tableau XI : Nombre de jours de gelée de station de Médéa..... 19

Tableau XII : Quotient pluviométrique et bioclimat des stations de références 22

Tableau XIII : La continentalité pluviale « C » et thermique « K' » des stations de la zone d'étude..... 24

Tableau XIV : Clé d'identification de la photo graphie aérienne..... 48

Tableau XV : Codage utilisé pour la base de données..... 50

Liste des figures

Figure 1 : Situation géographique de la zone d'étude 05

Figure 2 : Situation géographique de la forêt d'Oued Chair 05

Figure 3 : Extrait de la carte géologique de l'Algérie éditée en (1951-1952) montrant la géologie de la région de Médéa à l'échelle de 1/500.000 07

Figure 4 : Carte des bassins versants de la wilaya de Médéa 10

Figure 5 : Pluviosités moyennes mensuelles (mm) des stations de référence 14

Figure 6 : Régime saisonniers des trois stations de référence 15

Figure 7 : Température moyennes annuelles (°C) des stations de référence 17

Figure 8 : Diagrammes ombrothermiques des stations de référence 21

Figure 9 : Positionnement des trois stations de références sur le climagramme d'EMBERGER (1955) 23

Figure 10 : Diagrammes des continentalités (DAGET, 1977) 24

Figure 11 : Organigramme des fonctionnalités d'un SIG **(les 5A),** (KHOUDIR, 2012) 35

Figure 12 : Les étapes d'overture d'une carte scannée par le MapInfo 45

Figure 13 : Les options de numérisation et de calage 46

Figure 14 : Création et superposition des couches dessin 47

Figure 15 : La photographie aérienne de la zone d'étude (INCT, 2008) 49

Figure 16 : Démarches méthodologique pour la réalisation da la carte de végétation da la forêt d'Oued Chair 52

Figure 17 : Carte de végétation de la forêt domaniale d'Oued Chair au 1/15.000 54

Figure 18 : Superficie des différentes formations végétales rencontrées dans notre zone d'étude 57

Figure 19 : Représentation graphique des différents faciès existant dans la zone d'étude 58

Figure 20 : Les différentes séries de végétation rencontrée dans la zone d'étude 59

Figure 21 : Répartition des différentes formations végétales en fonction de la pente 62

Figure 22 : Répartition des différentes formations végétales en fonction de l'exposition 63

Figure 23 : Répartition des différentes formations végétales en fonction de l'altitude 64

Figure 24 : Les spectres biologiques bruts existant dans notre zone d'étude 66

Figure 25 : Les spectres chorologiques bruts existant dans notre zone d'étude. 67

TABLE DES MATIERES

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

INTRODUCTION GENERALE 01

CHAPITRE I : CARACTERISATION DE LA ZONE D'ETUDE

I- SITUATION GEOGRAPHIQUE 03

1- Cadre régional 03

2- Cadre local 03

3- Le cadre phytogéographique 04

II- CADRE GEOLOGIQUE 06

1- Les formations du Quaternaire 06

2- Les formations du Néogène 06

3- Le Cénomanien 06

4- L'Albien 07

III- CADRE GEOMORPHOLOGIQUE 07

1-1- Les reliefs 07

1-2- Le tell montagneux 07

1-3- Le tell collinéen 08

1-4- Les plaines du tel 08

1-5- Le piémont méridional du tell 08

IV- LA PEDOLOGIE 08

1- Les rendzines 09

2- Les sols bruns calcaires 09

V- L'HYDROLOGIE 09

VI- CADRE CLIMATIQUE ET BIOCLIMATIQUE 11

1- Les données climatiques 11

2- Les précipitations 11

2-1- Pluviosité moyenne annuelles 12

2-2- Pluviosité moyenne mensuelles 12

2-3- Le régime saisonnier 13

3- Les températures 15

3-1- Moyenne des températures minimales du mois le plus froid « m » 16

3-2- Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud « M » 16
3-3- Températures moyennes mensuelles et annuelles 16
4- Les données complémentaires 17
4-1- Le vent 17
4-2- L'humidité relative 18
4-3- L'évaporation 18
4-4- L'insolation 19
4-5- La gelée 19
5- Synthèse climatique 19
5-1- Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) 20
5-2- Quotient pluviothermique d'EMBERGER (1955) 21
5-3- Les indices de continentalité 22
5-3-1- La continentalité pluviale 22
5-3-2- La continentalité thermique 22
VII- CADRE BIOTIQUE 25
1- La flore de la station d'étude 25
1-1- Répartition et caractère écologique du pin d'Alep (*Pinus halepensis*) 25
1-2- Répartition et caractère écologique du cyprès (*Cupressus sempervirens*) 26
2- La faune de la station d'étude 27
3- Facteurs socio-économique 27

CHAPITRE II : CONCEPTS, MATERIELS ET METHODES

I- CARTOGRAPHIE 29
1- Concepts et définition 29
2- Cartographie de la végétation 29
3- Cartographie de la végétation forestière 29
4- Intérêt de la cartographie de la végétation 30
4-1- Intérêt scientifique 30
4-2- Intérêt didactique 30
5- Les travaux sur la carte de la végétation en Algérie 31
II- LES SYSTEMES D'INFORMATION GEOGRAPHIQUES (SIG) 31
1- Historique et conception d'un SIG 32
2- Définitions 32
2-1- Notion de SIG 32

2-2- Notion de la carte dans les SIG 32
3- Les composants d'un SIG 33
4- Les fonctions d'un SIG 33
5- Base de données 33
6- Système de gestion d'une base de données (S.G.B.D) 34
7- Les domaines d'application des SIG 34
8- Rôle des SIG à la recherche environnementale 36
9- Application des SIG à la recherche environnementale 36
III- LES PHOTOGRAPHIES AERIENNES 37
1- Définition 37
2- L'échelle de la photographie aérienne 37
3- Les techniques de l'interprétation de la photographie forestière 38
4- L'intérêt de la photographie aérienne 38
IV- MATERIELS UTILISE 39
1- Matériel de terrain 39
2- Matériel de SIG 40
V- LA METHODOLOGIE 40
1- Etape analytique 41
1-1- Collecte des données 41
1-2- Travail du terrain 41
1-2-1- Echantillonnage 41
1-2-2- Réalisation des relevés 42
1-2-3- Les données écologiques 43
1-2-4- Les données floristiques 43
1-3- Choix de l'échelle 43
1-3-1- Intérêt écologique des cartes établies à grande échelle 44
2- Etape synthétique 44
2-1- Scannérisation des cartes et stockage des données d'imagerie 44
2-2- Le calage 45
2-3- Digitalisation 46
2-4- Création et superposition des couches 46
2-5- L'analyse et l'identification de la photophie aérienne 47
2-6- Elaboration de la base de données 48
2-7- La mise en page 50

2-7-1- Choix des couleurs 51

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

1- La carte de végétation de la forêt d'Oued Chair au 1/15.000 53

2- La base de données de la carte de végétation de la forêt d'Oued Chair 53

3- Interprétation de la carte de végétation de La forêt domaniale d'Oued Chair . 53

3-1- Analyse de l'état actuel de la forêt 56

3-1-1- Identification des types des formations végétales de la zone d'étude 56

3-1-2- Identification des faciès de végétation de la zone d'étude 57

3-1-3- Identification des séries de végétation de la zone d'étude 59

3-2- Les facteurs agissent sur les types et la répartition des formations végétales 60

3-1-1- La pente 60

3-1-2- L'exposition 62

3-1-3- L'altitude 63

4- L'analyse des relevés floristiques 64

4-1- L'analyse de la base de donnés des relevés floristiques 64

4-2- Richesse floristique 64

4-3- La liste floristique 65

4-3-1- Spectre biologique brut 65

4-3-2- Spectre phytogéographique ou chorologique 66

5- Les facteurs de dégradation de la forêt d'Oued Chair 67

5-1- Les facteurs anthropiques 68

5-1-1- Le surpâturage 68

5-1-2- Le défrichement 68

5-1-3- La sylviculture 68

5-1-4- Le décharge au niveau de la forêt 69

5-1-5- Les incendies d'origine anthropiques 69

5-2- Les facteurs d'origine naturelle (non anthropique) 69

5-2-1- L'érosion 69

5-2-2- Les problèmes phytosanitaires 70

CONCLUSION GENERAL 71

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

ANNEXES

GLOSSAIRE DE SIG

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

L'Algérie couvre une superficie de 2,388 millions de Km², dont les régions du nord, où les conditions de climat et de milieu permettent le développement des formations forestières, occupant près de 250.000 Km² soit un peu plus de 10 % de la superficie totale des forêts Algérienne. Les forêts et les maquis couvrent 4,1 millions d'hectares. Ces taux de recouvrement sont évidemment très insuffisants pour assurer l'équilibre physique et biologique. La comparaison des données de l'inventaire national de 1984 avec celles de (BOUDY, 1955) met en évidence : la stabilité des surfaces de pin d'Alep, et la réduction de moitié des surfaces de chêne liège (FOSA, 2000).

La fragilité des écosystèmes méditerranéens et la surexploitation de leurs ressources, rendent ces milieux plus vulnérables. En Algérie, ces écosystèmes connaissent depuis longtemps une dégradation excessive du couvert végétal.

La forêt algérienne fait face à de nombreux problèmes sérieux de dégradation, cette dernière prend l'allure d'une véritable tragédie écologique. Cette dégradation est le résultat conjuguée des facteurs naturels et d'actions anthropiques, compte tenu de tous les éléments historiques qui ne renferme plus à l'heure actuelle, d'écosystème terrestre vierge. L'action conjuguée des coupes, du feu et du pâturage en forêt a provoqué leur transformation en formations végétales dégradées. En conséquence, les communautés végétales propres aux écosystèmes naturels ou ce qu'il en reste, ne sont plus qu'un pâle reflet de ce qu'elles étaient dans leurs conditions primitives (MICLE, 1997).

Actuellement, la politique forestière pratiquée dans notre pays commence à s'inspirer de l'expérience des pays avancés dans le domaine, et à prendre en considération les innovations scientifiques en matière de gestion et protection du patrimoine forestier. Parmi les plans et les outils qui accélèrent les travaux de gestion, la carte de végétation est l'un des moyens puissant pour l'évaluation de l'état des forêts et la gestion des milieux naturelles.

En effet, les cartes réalisées de manière traditionnelle ne sont plus adaptées aux besoins actuels. La complexité et la diversité des données relatives à l'environnement ont favorisé le développement des systèmes capables de répondre aux besoins de collecte, d'analyse et de représentation de phénomènes environnementaux. Les systèmes d'information géographique (SIG) et la télédétection sont devenus des outils incontestable pour la compréhension et le suivi des phénomènes dynamiques et nécessaire pour l'orientation d'investissement et

disposant d'arguments valables pour la prise de décisions (MISSOUMI et TADJROUNI, 2003).

Des travaux de synthèse et des études plus spécifiques existent au Nord de l'Algérie menées par Maire (1926) sur la carte phytogéographique, SANTA et DAUMAS (1948), carte de tapis végétal et des conditions écologiques par BARRY et CELLES (1974), MISSOUMI et TADJEROUNI (2003) sur les SIG pour la cartographie des risques d'incendie de la forêt, LARBI (2000) et BENMESSAOUD (2009) la cartographie d'une forêt dans la région de Tizi Ouzou et la carte de végétation d'une forêt domaniale de Bouarbi à Dellys par MADANI (2011).

La forêt domaniale d'Oued Chair (Berrouaghia) au centre de la wilaya de Médéa, est un vaste terrain vierge présentant un important massif forestier (près de 1142.67 ha), où pratiquement aucune étude n'a été effectuée dans ce dernier. De ce fait, nous proposons dans notre étude de faire la représentation cartographique de cette forêt, en abordant l'aspect végétal, qui reflète par excellence les conditions climatiques et édaphiques du milieu.

L'objectif final visé dans cette étude, porte sur l'élaboration d'une carte de la végétation de la forêt d'Oued Chair par le système d'information géographique (SIG) et la construction d'une base de données écologiques pouvant servir à la production ou l'actualisation de certaines cartes de végétation à différentes échelles, et permettant de mettre le point sur l'importance et la richesse du couvert végétal. Ce document pouvant devenir un outil précieux de surveillance, de gestion et de suivi de certains phénomènes environnementaux.

Le présent travail fera donc l'objet d'une étude cartographique, d'une analyse et d'une évaluation de l'état de cette forêt.

Dans un premier temps, nous présenterons les caractéristiques physiques de la région d'étude, avec l'intégration d'une synthèse des composantes faunistique et floristique.

Ensuite, nous aborderons les différentes approches méthodologiques adoptées, en essayant de mettre en évidence, les différentes méthodes de traitement des données, ainsi que le rôle et l'importance du SIG dans le domaine environnemental et écologique.

Enfin, nous terminons ce travail, par l'interprétation des résultats obtenus, et leur intégration dans l'étude de la végétation.

CHAPITRE I

CARACTERISATION DE LA ZONE D'ETUDE

I- SITUATION GEOGRAPHIQUE

1- Le cadre régional

La wilaya de Médéa située au cœur de l'Atlas Tellien. Le Chef-lieu de la wilaya se situe à **88** km à Sud-ouest de la capitale Alger. Elle s'étend sur une superficie de **8775,65** Km², entre les longitudes 2° 10′ et 3° 20′ Est et les latitudes 35° 26′ et 36° 30′ Nord.

Elle se situe au centre de la partie Nord de l'Algérie et occupe la partie centrale de Atlas Tellien qui s'étend des monts de Bouira à l'Est jusqu'aux Ouarsenis à l'Ouest et allant des versants sud de l'Atlas Blidéen au Nord, jusqu'aux premiers contacts des monts du Titteri avec les Hautes-plaines steppiques au Sud.

Administrativement, elle se limite par les wilayas 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 enserrant quelques plaines assez fertiles mais de faible extension pour s'estomper ensuite aux confins des hautes plaines steppiques, en une série de collines mollement ondulées (MONOGRAPHIE, 2010).

Une telle position stratégique a fait de Médéa une zone de transit principale et un trait d'union entre le Tell et les Hauts plaine steppiques, d'une part, et entre les Hauts Plateaux de l'Est et ceux de l'Ouest d'autre part.

2- Le cadre local

La forêt domaniale d'Oued Chair se situe à 40 km au Sud-est du chef-lieu de la Wilaya de Médéa, s'étendant sur quatre communes (Figure 1). Elle s'étale sur 08 cantons avec une superficie près de 2018 ha (Tableau I).

Vu la grande superficie de la forêt, nous avons limitée notre zone d'étude à deux cantons celui d'El Guantra avec 772.83 ha de la commune de Rebaia, et celui de Basbassi avec 369.84 ha de la commune d'Ouled Deid. Au total, notre travail sera réalisé entre les longitudes 3° 04′ 50" et 3° 07′ 30" Est et les latitudes 36° 01′ 50" et 36° 07′ 15" Nord sur une superficie près de 1142.67 ha (Figure 2). Ce choix à 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 également.

Tableau I : Les cantons de la forêt d'Oued Chair et leur superficie (DGF, 2016).

	Commune	Nom du canton	Superficie (ha)
Forêt domaniale D'Oued Chair	OULED DEID	Hasbout	406.25
		Besbassi	**369.84**
		KafTofla	47.80
	REBAIA	El Gantra	**772.83**
		Djenet El Diss	174.65
	KHAMS DJOUAMAA	Gouea	49.00
	SOUAGHI	Kef Sabeh	19.00
		Krabib	152.20
contenance total			**2018.58**

3- Le cadre phytogéographique

Des préoccupations essentiellement floristiques, ont amené plusieurs auteurs à proposer différents classification phytogéographique (BENGHANEM, 2009).

Plusieurs auteurs ont travaillés sur les subdivisions biogéographique, mais les travaux les plus utilisés actuellement sont ceux QUEZEL & SANTA (1962-1963) et BARRY & CELLES (1974). Ils ont apportés des modifications sur les travaux de LAPIE (1909) et MAIRE (1926), en se basant sur la typologie (Ecologie-Végétation-Flore). Selon ces auteurs notre zone d'étude (forêt d'Oued Chaire) se localise dans la division hiérarchique résumée dans le tableau II et (figure 1, Annexe I).

Tableau II : 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

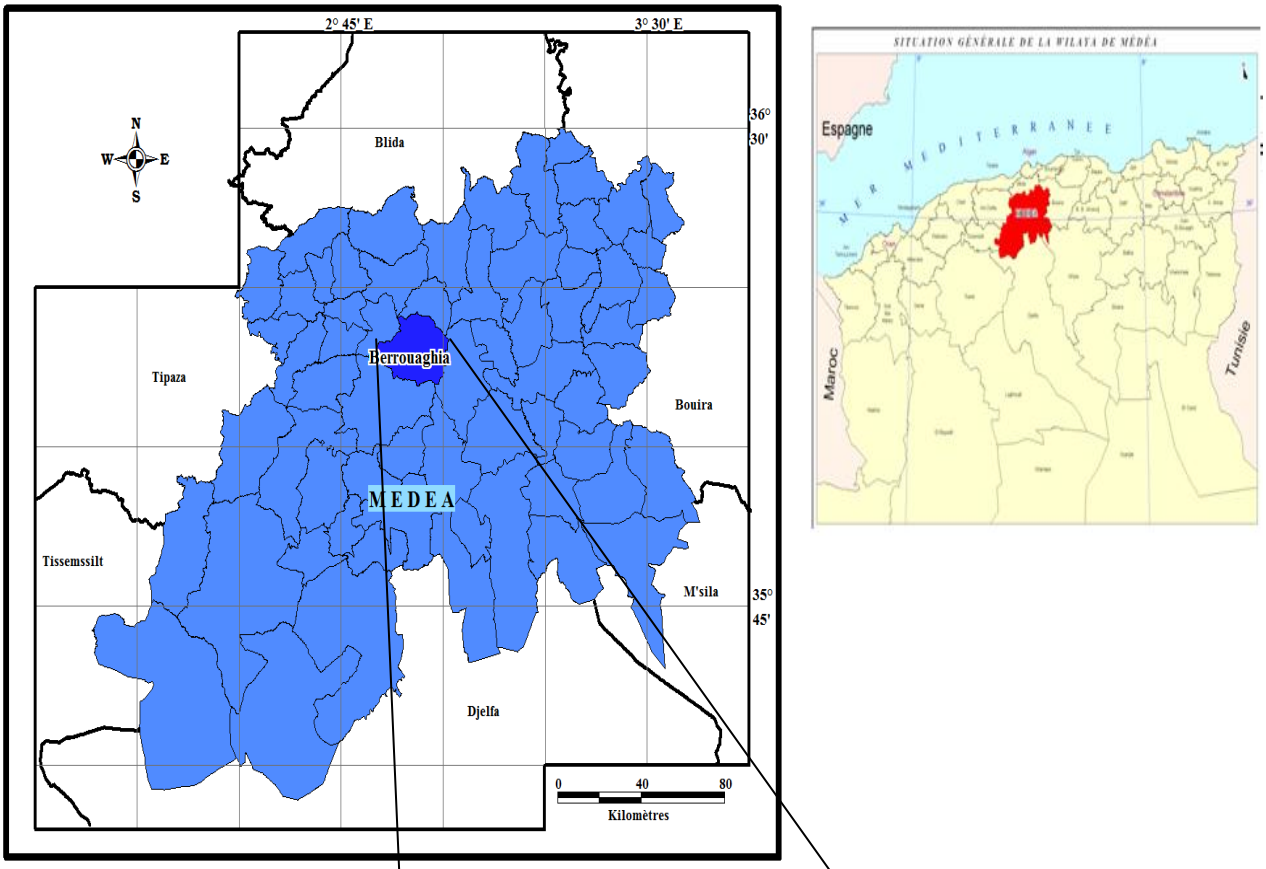


Fig.1.- Situation géographique de la zone d'étude.

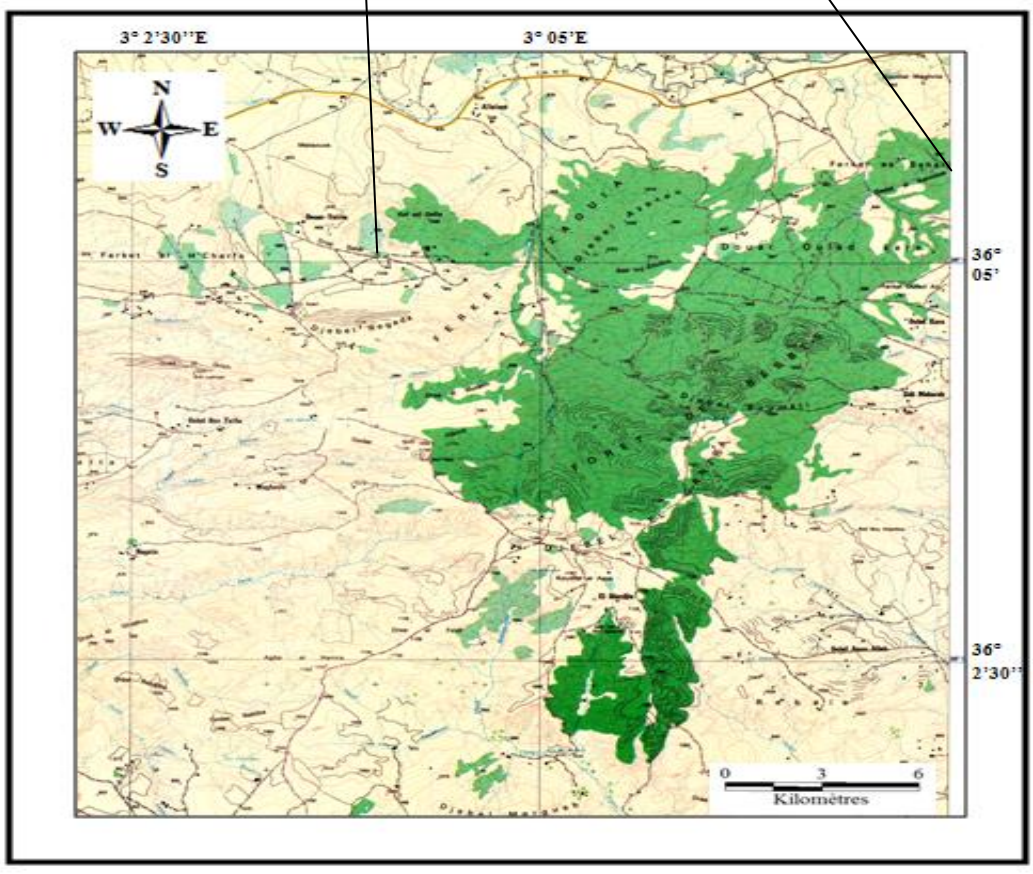


Fig.2.- Situation géographique de la forêt d'Oued Chair.

En écologie, les facteurs abiotiques représentent l'ensemble des facteurs physico-chimiques d'un écosystème influençant une biocénose donnée. C'est l'action du non-vivant sur le vivant. Opposables aux facteurs biotiques, ils constituent une partie des facteurs écologiques de cet écosystème (BELOUAHEM-ABED, 2012).

Dans cette étude, nous aborderons succinctement : la géologie, la pédologie, la géomorphologie, l'hydrologie et le cadre climatiques et bioclimatiques.

II- CADRE GEOLOGIQUE

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).

A l'échelle régionale, et selon MEDJNOUN (2014) les formations lithostratigraphiques affleurantes sont représentées par les dépôts du Néogène post nappe ainsi que les terrains Quaternaires qui reposent en discordance sur les formations albiennes et Cénomaniennes. Ainsi de haut vers le bas de la carte (Figure 3), on rencontre les formations lithostratographiques suivants :

1- Les formations du Quaternaire

Les formations du Quaternaire sont représentées par des colluvions, des alluvions récentes et anciennes. Les colluvions sont représentées en général par des formations de pente : il s'agit de blocs et débris de grès de différentes tailles enrobées dans une matrice argileuse, marneuse et sableuse. Les alluvions récentes sont représentées par des blocs de différentes dimensions de nature gréseuse. Carbonaté, graveleux à sableux. Les alluvions anciennes, constituées des formations argileuses gréseuses, sont composées de galets enrobés dans une matrice argileuse (MEDJNOUN, 2014).

2- Les formations du Néogène

Ces formations correspondent au Miocène qui est composé des terrains du Miocène inferieur, d'origine essentiellement continentale, des terrains de Miocène moyen et du Tortonien (Miocène supérieur) d'origine essentiellement marine (MEDJNOUN, 2014).

3- Le Cénomanien

Il est composé des formations carbonatées (calcaires grisâtre stratifiés), les principaux affleurements s'observent à l'Ouest de la wilaya de Médéa (MEDJNOUN, 2014).

4- L'Albien

Il est composé d'une formation marno-calcaire, avec une prédominance de bancs marneux consolidés. Elle affleure le long de certains Oueds (MEDJNOUN, 2014).

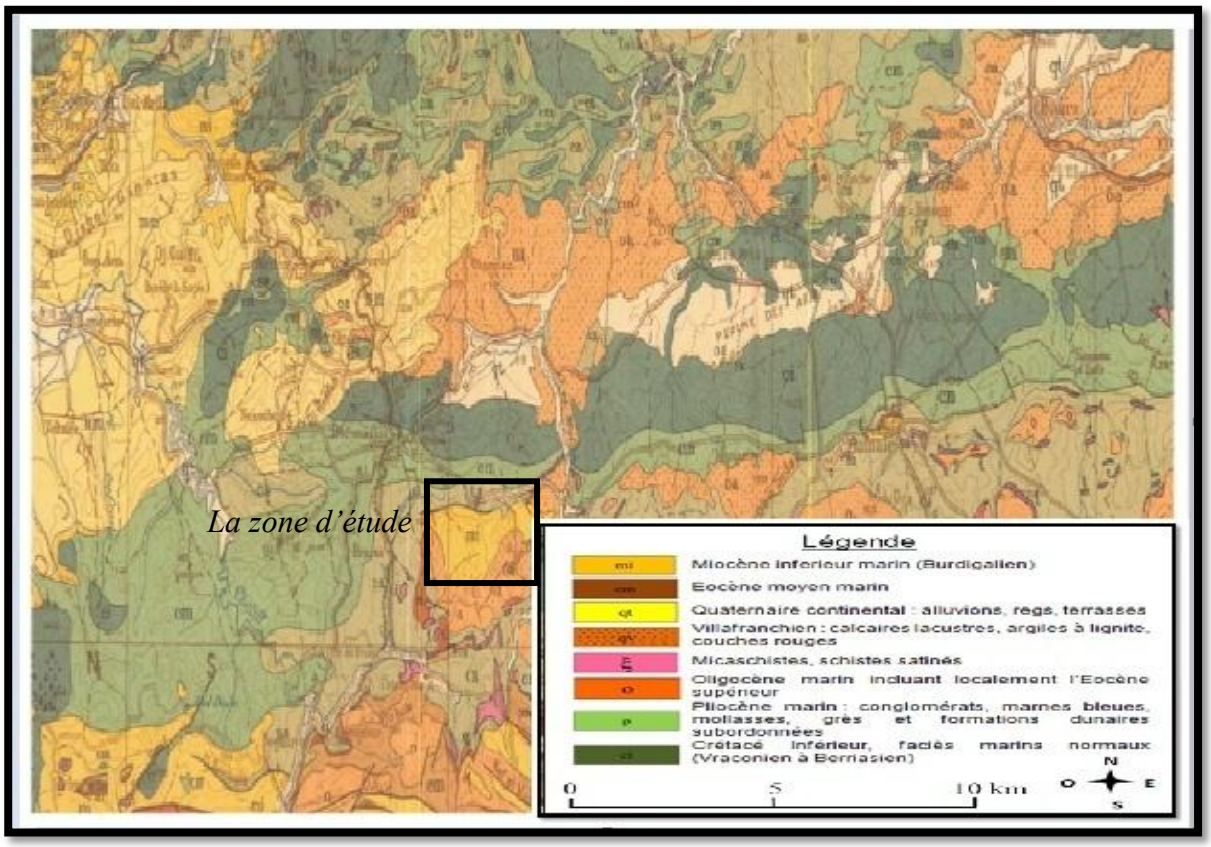


Fig.3.- : Extrait de la carte géologique de l'Algérie éditée en (1951-1952) montrant la géologie de la région de Médéa à l'échelle de 1/500.000.

III-CADRE GEOMORPHOLOGIQUE

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 :

1- Les reliefs

1-1- 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 Benchicao 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 (Figure 2, Annexe I).

1-2- Le tell collinéen

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

1-3- 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.

1-4- 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, cet 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.

IV- LA PEDOLOGIE

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 (KHOUDIR 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- Barrouahgia).
- ❖ 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 de Berrouaghia, notre zone d'étude est dominée par des sols calcimagnesiques, 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

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.

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.

V- L'HYDROLOGIE

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'eaux exoréiques, qui se jettent donc en mer méditerranée, tel que **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 (Figure 4). À savoir :

- ❖ Bassin versant d'oued Chélif ;
- ❖ Bassin versant d'oued Isser ;
- ❖ Bassin versant côtiers algérois ;
- ❖ Bassin versant de Chott El Hodna.

Les chaâbats de notre zone d'étude sont regroupées 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.

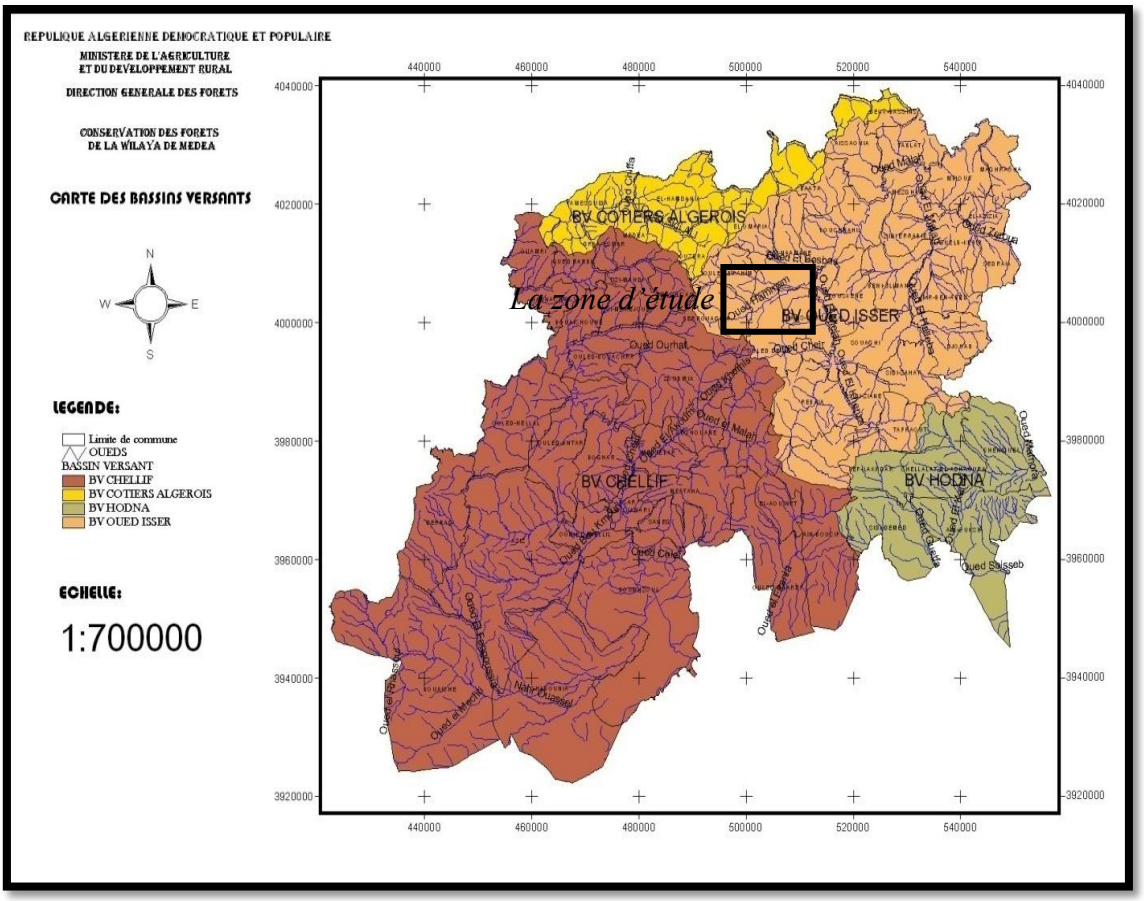


Fig.4.- : Carte des bassins versants de la wilaya de Médéa.

VI- 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 considéré comme étant un facteur important qui influe sur la répartition de la végétation par les précipitations, les températures et les vents. Ces paramètres sont d'une part les données les plus disponibles et d'autre part, les variables les plus influentes sur la végétation (KHOUDIR, 2012).

1- Les données climatiques

Les données météorologiques de la zone d'étude couvrent deux stations prises comme référence : celle de Berrouaghia se située au Nord-ouest (15 km) de la forêt domaniale d'Oued Chair, et celle de Médéa, afin de refléter au mieux le climat de la région d'étude.

ESTIENNE et GODARD (1970) recommandent une durée de 10 ans pour les relevées de températures, et une période de 30 ans pour les pluies permettent de reconnaitre les traits moyens du climat.

Tableau III : Localisation des stations météorologiques de référence.

Stations	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Source	période
Médéa	36° 17 ' N	2° 44' E	1030	ONM ARNH	1996-2008 1980-2010
Berrouaghia	36° 15' N	2° 45' 'E	932	ANRH	1992-2010 1980-2010

Le climat, en région méditerranéenne, est un facteur déterminant en raison de son importance dans l'établissement, l'organisation et le maintien des écosystèmes. Ainsi, un des objectifs essentiels de l'écologie méditerranéenne est de rechercher la meilleure relation entre les différentes formations végétales et le climat vu sous l'angle biologique : le bioclimat (TIR, 2009).

2- Les précipitations

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 pluviométrie varie en fonction de l'éloignement de la mer et l'exposition des versants par rapport aux vents humides (DJEBAILI, 1984). Elle agit d'une manière directe sur la végétation, c'est la quantité d'eau qui forme la lame d'eau où la lame pluviométrique. Elle est évaluée en « mm » par jour, par mois ou par an (KADIK, 1987).

Selon KOUIDRI (1999), dans la wilaya de Médéa, les précipitations diminuent en allant d'Ouest en Est (Figure 3, Annexe I). La ville de Médéa reçoit 800 mm/an de pluies et se trouve dans l'étage bioclimatique Sub-humide. Par contre la région de Souahgi (sur la plaine des Béni-Slimane), reçoit une tranche pluviométrique de 400 mm/an, et se trouve donc dans l'étage bioclimatique semi-aride.

Tableau IV : Pluviosités moyennes mensuelles et annuelles en (mm) pour les deux stations.

Station	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Ann.
Médéa 1980-2010	95.62	91.34	63.82	60.87	48.97	9.27	**5.25**	6.70	27.95	46.82	88.10	**100**	**645**
Berrouaghia 1992-2010	70.41	70.43	54.12	55.29	39.78	10.15	**3.82**	11.57	25.90	32.7	68.10	**73.76**	**516**

(ANRH, 2016).

2-1- Pluviosité moyenne annuelles

La pluviosité annuelle atteint 645 mm à Médéa et 516 mm à Berrouaghia, (Tableau IV). On remarque que la région de Médéa est plus arrosée que la station de Berrouaghia avec un écart qui dépasse 125 mm par an. Les variations des taux des pluies moyennes annuelles sont dues à la différence d'altitude entre les stations.

2-2- Pluviosité moyenne mensuelles

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

Pour les différentes périodes prises pour chaque station, l'analyse des histogrammes obtenus à partir des pluviosités moyennes mensuelles (Figure 5), montre que le maximum de précipitation est enregistré au mois de Décembre pour les deux stations : Médéa et Berrouaghia. Le minimum est enregistré au mois de Juillet pour les deux stations de référence.

2-3- Le régime saisonnier

Le régime pluviométrique est utilisé comme un élément caractéristique du climat, il est souvent exprimé par le régime saisonnier. Pour la végétation, la répartition des pluies est plus importante que la quantité annuelle des précipitations (HALIMI, 1980). Le régime saisonnier exprime par les moyennes des pluies pour chaque saison (Tableau V).

Tableau V : Régimes saisonniers des trois stations en (mm).

Stations	Hiver (H)	Printemps (P)	Eté (E)	Automne (A)	Régime
Médéa 1980-2010	**286.96**	173.66	21.22	162.87	HPAE
Berrouaghia 1992-2010	**214.6**	149.19	25.54	126.7	HPAE

(ANRH, 2016).

Le tableau V, montre que les régimes saisonniers des pluies calculés pour nos stations sont généralement de type HPAE pour les deux stations. Ce qui signifie que l'hiver est la saison la plus arrosée alors que l'été est la saison la plus sèche, (Figure 6).

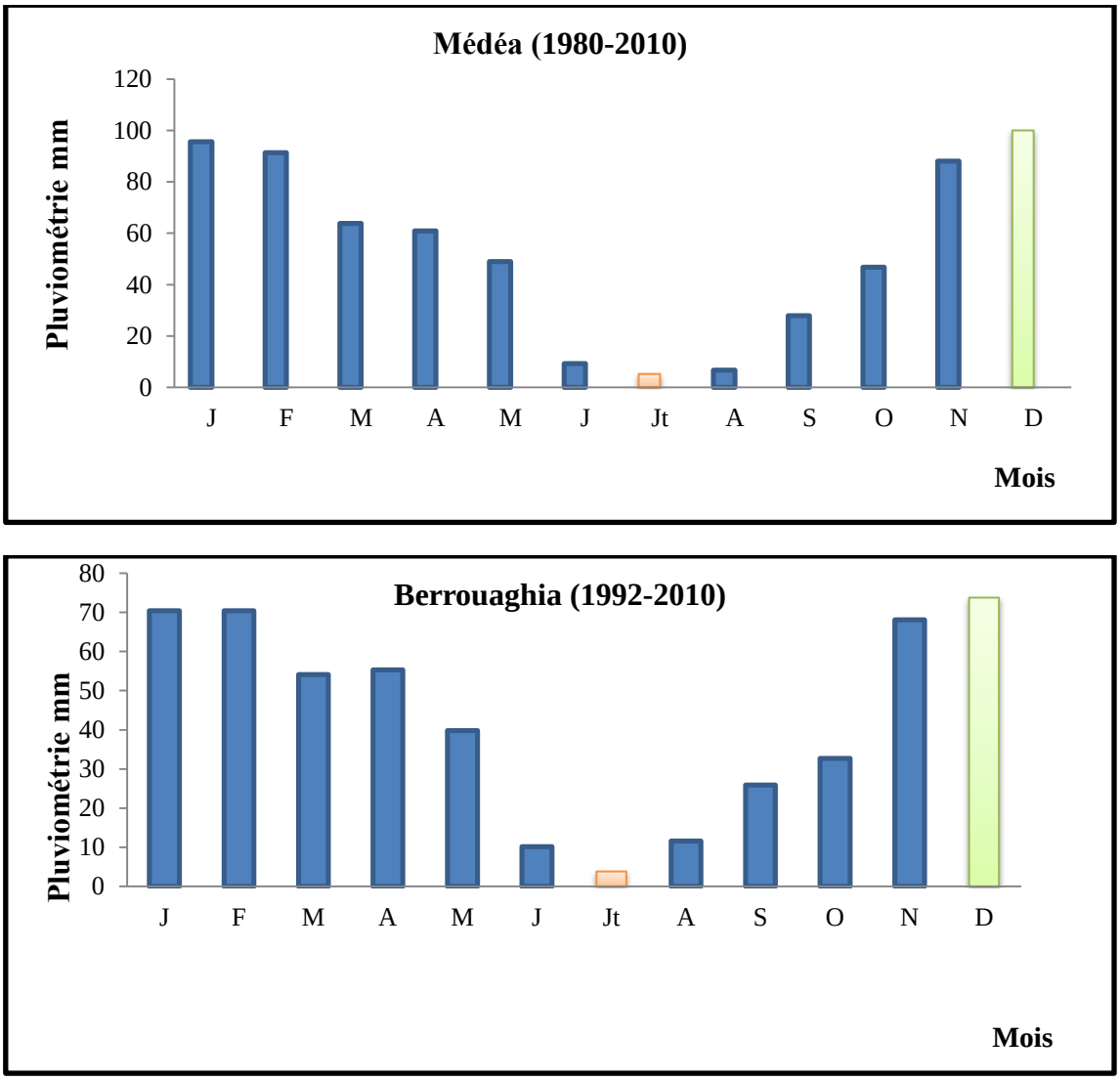
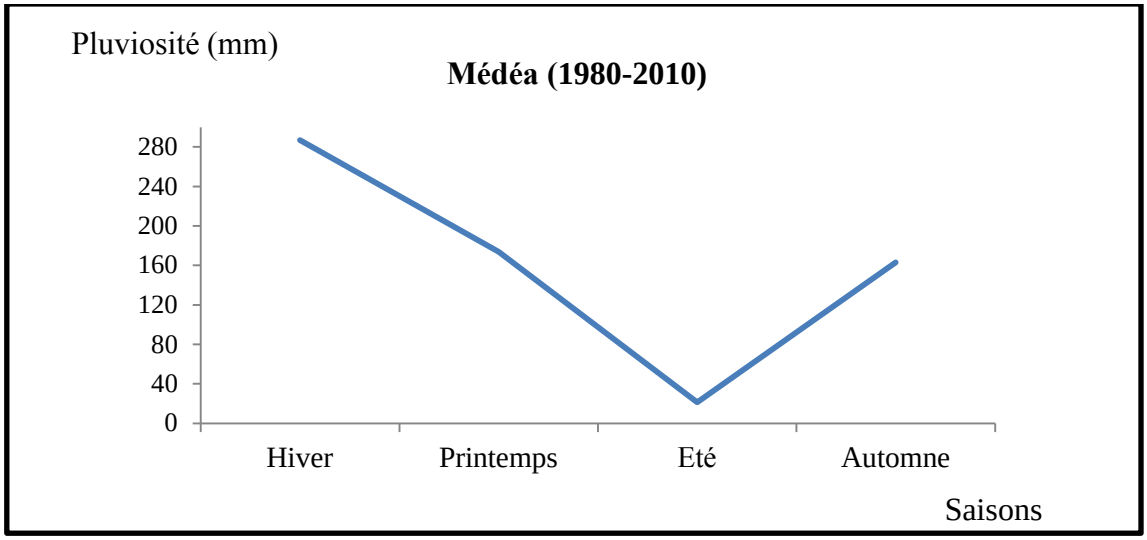


Fig.5.-: Pluviosités moyennes mensuelles (mm) des stations de référence.



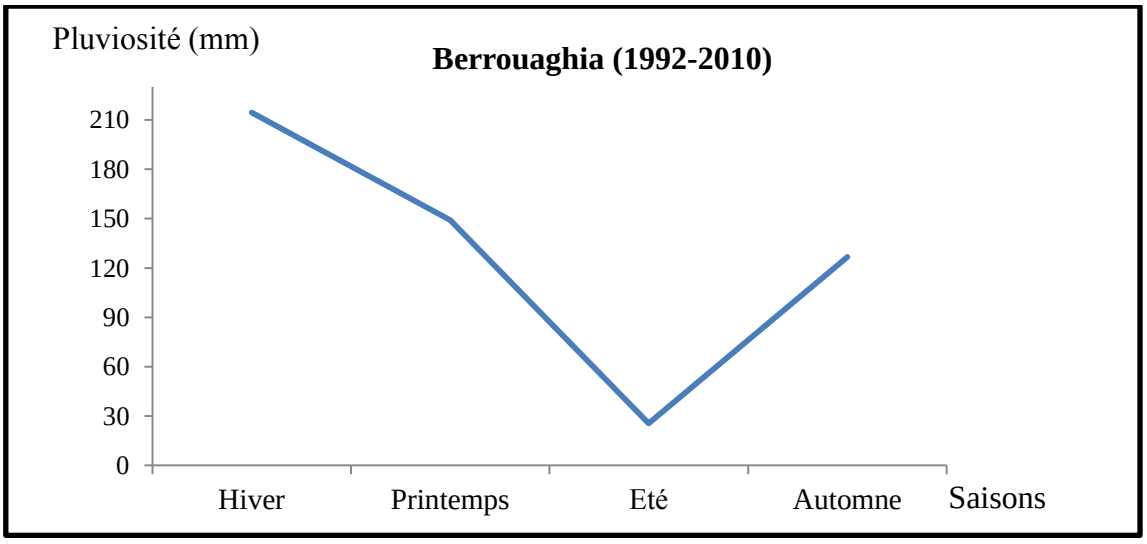


Fig.6.-: Régime saisonniers des deux stations de référence.

3- Les températures

La température représente un facteur limitant de 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, 1984).

Les moyennes mensuelles des températures minimales « m » et les moyennes mensuelles des températures maximales « M » ainsi que la moyenne entre ces deux valeurs sont présentées dans le tableau VI.

Tableau VI : Les moyennes mensuelles des températures maximales « M », minimales « m » et moyennes des stations de références en (°C).

Stations	T (°C)	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Ann.
Médéa 1996-2008 ONM	M	9.4	10.2	13.8	16.3	21.1	27.8	**31.5**	31.0	25.6	20.5	13.1	9.4	**19.2**
	m	**4.3**	4.6	7.0	8.9	13.0	18.3	21.4	21.1	16.9	13.6	7.6	4.9	**11.8**
	T (°C) M+m/2	**6.9**	7.4	10.4	12.6	17.1	23.1	**26.4**	26.0	21.2	17.2	10.4	7.2	**15.5**
Berrouaghia 1992-2010 ANRH	M	8.9	10.6	13.3	16.6	20.9	25.9	**31.0**	30.8	25.6	19.9	13.7	9.7	**18.9**
	m	**1.0**	1.9	4.2	6.6	10.2	14.4	18.2	18.1	14.9	10.3	5.3	2.0	**8.9**
	T (°C) M+m/2	**4.9**	6.2	8.8	11.6	15.6	20.1	**24.6**	24.4	20.2	15.1	9.5	5.8	**13.9**

2-1- Moyennes des températures minimales du mois le plus froid « m »

D'après le tableau VI, on remarque que la valeur moyenne des minima du mois le plus froid « m » correspond au mois de Janvier pour les deux stations, elle est de 4.3°C à Médéa et 1.0°C à Berrouaghia.

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 VI), elles correspondent au mois de Juillet pour les deux stations, leur valeur est 31.5 °C à Médéa et 30.0°C à Berrouaghia.

2-3- Températures moyennes mensuelles et annuelles

Les températures moyennes mensuelles les plus basse sont enregistrées durant le mois de Janvier, pour les stations de Médéa, Berrouaghia, avec une moyenne mensuelle respectivement de 6.9°C et 4.9°C. La température la plus élevée se manifeste durant le mois de Juillet, avec une moyenne mensuelle de (26.4°C et 24.6°C) sont respectivement pour les stations Médéa et Berrouaghia.

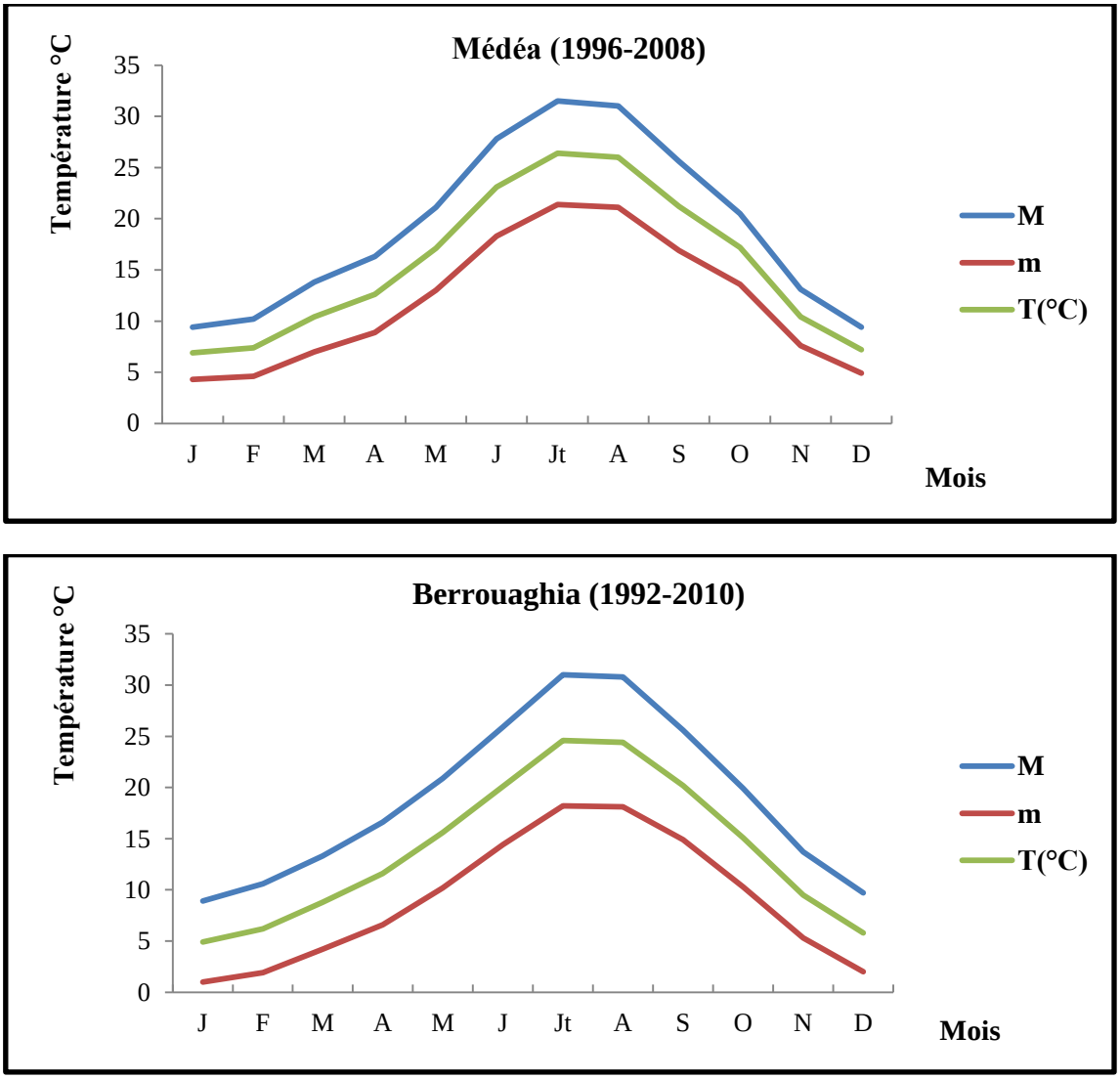


Fig.7.- : Température moyennes annuelles (°C) des stations de référence.

4- Les données complémentaires

4-1- 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).

Tableau VII : Moyennes mensuelles des vitesses des vents (en m/s).

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Ann
Médéa 1996-2008	3.3	3.2	3.4	**3.7**	3.2	3.2	2.8	**2.7**	3	3	3.5	3.5	**3.2**

(ONM, 2016).

D'après les données de l'ONM résumées dans le tableau VII, et durant la période de (1996-2008), la vitesse annuelle moyenne du vent est de 3.2 m/s, elle prend le maximum au cours de mois d'Avril (3.7 m/s) et le minimum dans le mois Aout (2.7 m/s).

4-2- 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).

L'humidité exprime le rapport en pourcentage de la pression partielle de la vapeur d'eau dans l'air (Pa) à la pression de la vapeur saturante (Pa) dans les mêmes conditions de mesure de température lue au thermomètre sec et de pression (BENMESSAOUD, 2009).

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

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Ann
Médéa 1996-2008	80	78	72	71	67	54	**47**	51	63	69	80	**83**	**68**

(ONM, 2016)**.**

L'analyse du tableau VIII, montre que l'humidité relative moyenne de la station de Médéa est de 68 %, se qui plus 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%.

4-3- L'évaporation

Tableau IX : Evaporation mensuelle (mm) de station de Médéa.

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Ann
Médéa 1996-2008	**42**	46	76	86	118	187	**228**	208	128	101	52	38	**1309**

(ONM, 2016).

Selon les données existantes (Tableau IX), 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 annuelle de 1309 mm/an.

4-4- L'insolation

Tableau X : Durée mensuelle de l'insolation totale (en heures) de station de Médéa.

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Ann
Médéa 1996-2008	163	176	229	240	278	334	**349**	326	260	230	167.5	**137.7**	**2888.6**

(ONM, 2016).

On remarque à partir du tableau X 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.

5-5- La gelée

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

Tableau XI : Nombre de jours de gelée de station de Médéa.

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Ann
Médéa 1996-2008	**9.25**	6.75	3	1	0	0	0	0	0	0	1.66	4.75	**26.41**

(ONM, 2016).

Selon le tableau XI, en remarque 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 1030m.

5- Synthèse climatique

Les différents facteurs climatiques n'agissent pas indépendamment les uns des autres (DAJOZ, 1985). Les facteurs climatiques sont liés et constituent pour les plantes un milieu bioclimatique original (HUETZ DE LEMPS, 1970).

L'étude d'impact de la combinaison de ces facteurs sur le milieu, est très importante afin de caractériser le climat de la région et préciser sa localisation à l'échelle méditerranéenne, le

diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) et le climagramme pluviothermique d'EMBERGER sont les plus utilisés.

5-1- Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953)

Le diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN montre l'importance de la période sèche, en tenant compte de la moyenne mensuelle des températures moyennes (°C) et des précipitations (mm), Selon BAGNOULS et GAUSSEN (1953), un mois est considéré biologiquement sec, lorsque le cumul des précipitations (P) exprimé en mm est inférieur ou égal au double de la température (T) exprimée en °C.

Elle peut s'exprimer par : $\mathbf{P \leq 2T}$

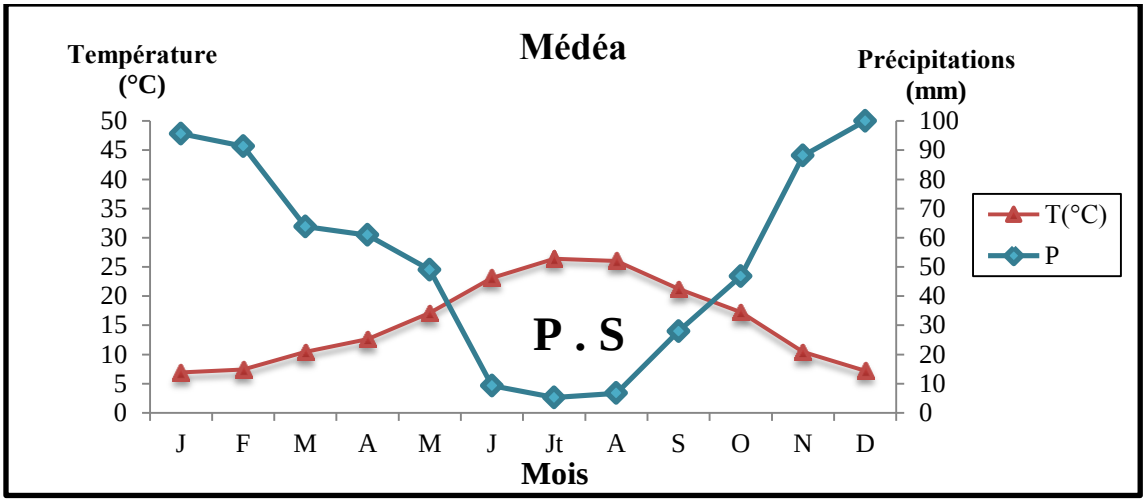
L'importance de la période sèche est indiquée par la surface d'intersection des courbes ombrique et thermique.

Pour nos stations de références (Figure 8), on remarque ce qui suit :

- Pour Médéa, la période sèche est estivale (la fin de mois de Mai à Septembre), et dure donc environ quatre (04) mois, et la période humide hivernale commence de mois d'Octobre à la fin de mois Mai, et dure donc environ huit (08) mois.

- Pour Berrouaghia, la période sèche est estivale (de la fin de mois de Mai à début de mois d'Octobre), et dure donc quatre (04) mois et demi, tandis que la période humide hivernale commence de début de mois d'Octobre à la fin de mois de Mai.

On peut donc conclure que la période sèche pour nos stations est estivale, ne dépassent pas (05) mois, de la fin du printemps au début d'automne, cela est dû probablement au facteur orographique pour la station de Médéa et le facteur altitudinal et latitudinale qui influant sur la variation des pluviosités moyennes annuelles et même leur répartitions au cours de l'année.



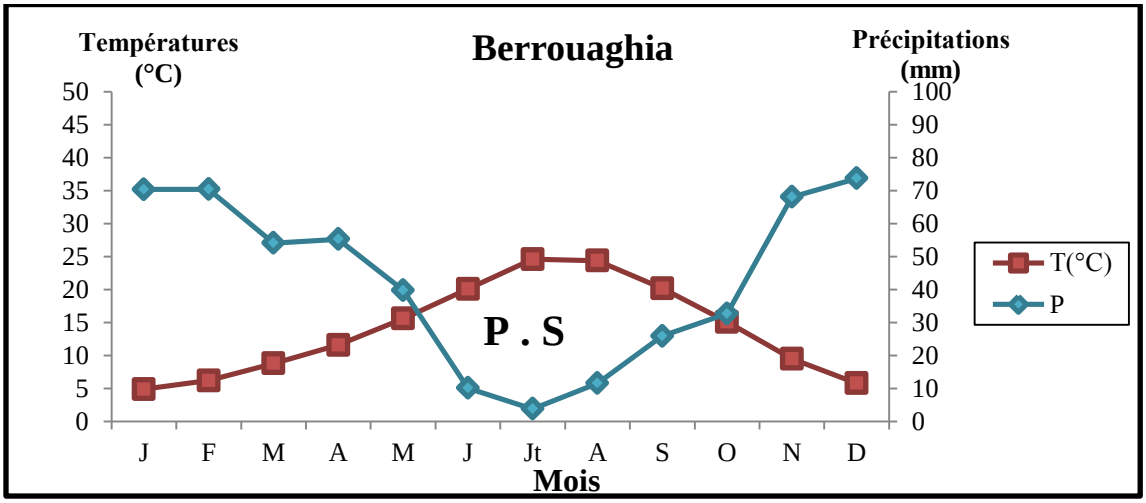


Fig.8.- : Diagrammes ombrothermiques des stations de référence.

5-2- Quotient pluviothermique d'EMBERGER (1955)

Pour déterminer les types de bioclimat de la région méditerranéenne, EMBERGER (1955) a proposé un quotient pluviothermique qui désigne le caractère xérique d'un biotope.

Le quotient a été formulé au tours de deux facteurs importants sont : le total des précipitations **(P)** d'une part, et la moyenne des températures des maximas du mois le plus chaud **(M)** et la moyenne des températures minimales du mois le plus froid **(m),** (M et m les deux en degré Kelvin (°K)) d'autre part. Emberger relie ces facteurs en quotient appelé quotient pluviothermique **(Q2)** dont la formule est la suivante :

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

Ou :

$$Q_2 = \frac{2000\,P}{M^2 - m^2}$$

Tableau XII : Quotient pluviométrique et bioclimat des stations de références

Stations	m (°C)	Q2	Bioclimat	Variante thermique
Médéa	4.3	81.51	Sub-humide inferieur	Hiver tempéré
Berrouaghia	1	59.51	Sub-humide inferieur	Hiver frais

Après le calcul des quotients (Tableau XII), nous les avons placés sur le climagramme d'EMBERGER (Figure 9), on remarque alors que les deux stations de référence appartiennent aux étages bioclimatiques suivant :

- **Médéa :** L'étage bioclimatique Sub-humide inférieur variante à hiver tempéré.
- **Berrouaghia :** L'étage bioclimatique Sub-humide inférieur variante à hiver frais.

5-3- Les indices de continentalité

5-3-1- La continentalité pluviale

La continentalité pluviale, représentée par le coefficient « C », est déterminée comme étant le rapport de la somme des précipitations des six mois les plus chauds (PI) soit de Mai à Octobre et de la somme des précipitations des six mois les plus froids (PII), soit de Novembre à Aout (SADKI, 1988).

$$C = P_I / P_{II}$$

Les valeurs de l'indice « C » pour nos stations sont exprimées dans le tableau XIII.

5-3-2- La continentalité thermique

La continentalité thermique est exprimée par l'indice K'. Ce dernier est après modifiant par DAGET (1977) qui y associe le critère altitudinal et sa formule, s'écrit comme suit :

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

A : Amplitude thermique moyenne annuelle en degré Celsius ;

α : Latitude en degré d'arc ;

h: Altitude en kilomètre.

L'amplitude thermique est exprimée par les températures moyenne maximales et températures moyenne minimales, elle exprime le caractère de la continentalité du climat. Le calcule de ce coefficient, « K' », est indiqué dans le tableau XIII.

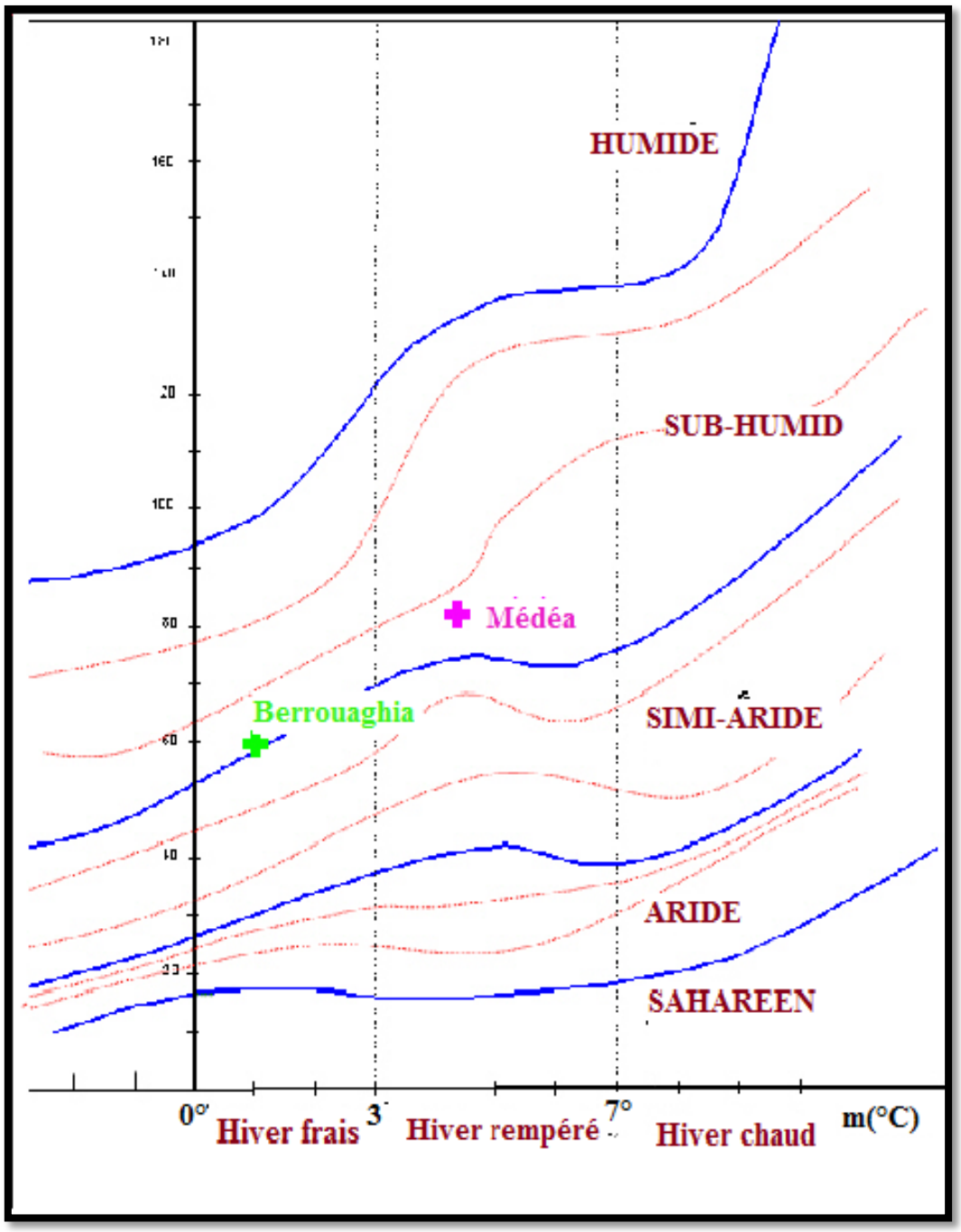


Fig.9.- : Positionnement des stations de références sur le climagramme d'EMBERGER. (1955).

Tableau XIII : La continentalité pluviale « C » et thermique « K' » des trois stations de la zone d'étude.

	C	K '
Médéa	0.290	26.23
Berrouaghia	0.316	26.3

D'après le digramme de continentalité (figure 10) nous pouvant constater que nos stations appartiennent à un climat Méditerranéens Semi- continental faiblement constrasté.

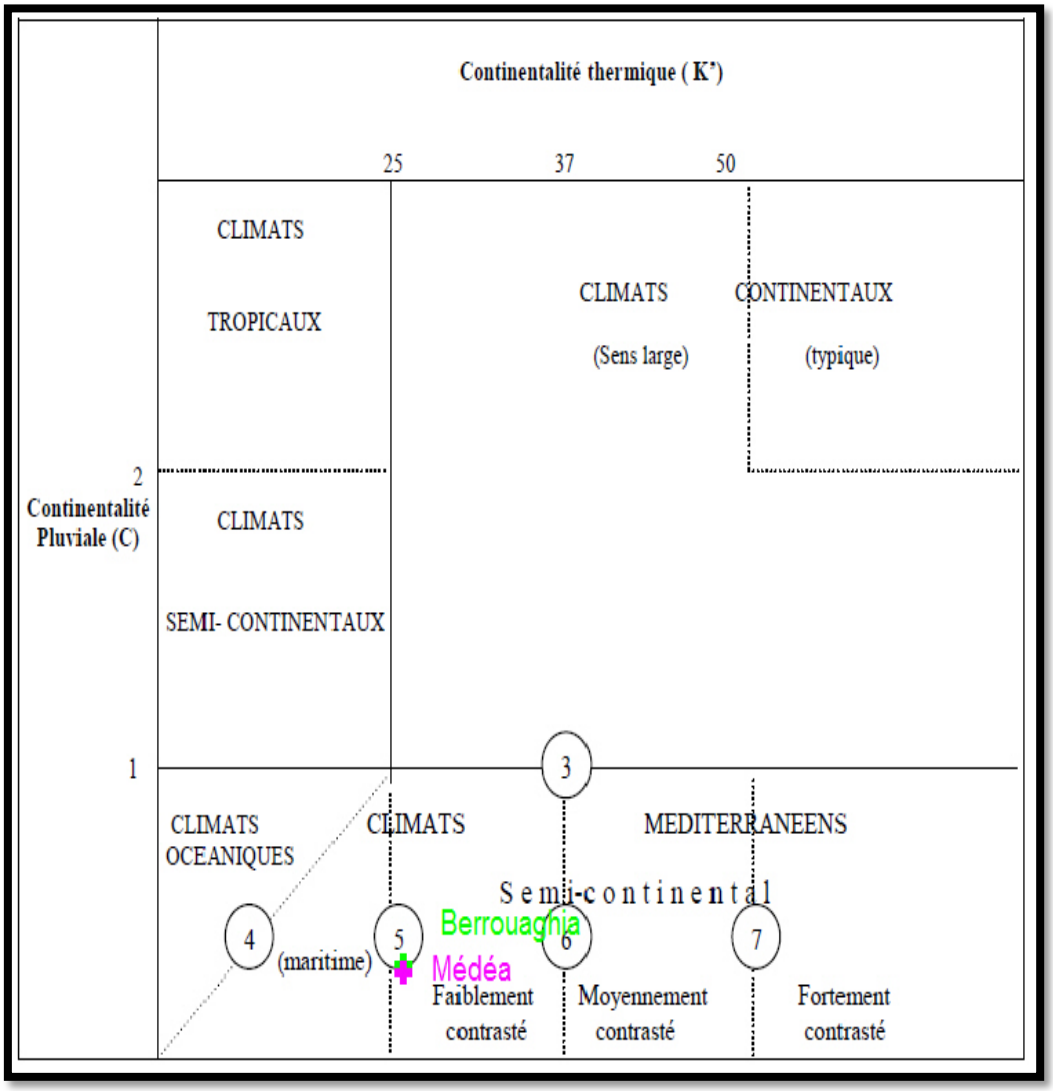


Fig.10.-: Diagrammes des continentalités (DAGET, 1977).

VII- CADRE BIOTIQUE

1- La flore de la station d'étude

La flore locale est constituée essentiellement deux essences forestières principale qui sont : le pin d'Alep *(Pinus halepensis)* et le cyprès *(Cupressus Sempervirens*), (DGF, 2016).

a. Groupement de Pin d'Alep (*Pinus halepensis*)

Ce groupement prospère sur les terrains plat, relativement dense dans le versant Est et Nord-est et moyennement dense dans le versant Ouest et Nord-ouest d'une superficie de 301.63 ha, répartie en différentes type de formation végétale (forêt, matorral arboré et maquis). Le pin d'Alep est en concurrence avec le chêne vert et le lentisque.

b. Groupement arborescent de Cyprès (*Cupressus Sempervirens*)

Le Cyprès occupe les hautes altitudes de la forêt, il représente un reboisement artificiel par la technique des banquettes dans les années 1972 à 1976 (DGF, 2016), occupe une superficie de 463.79 ha, répartie en différentes type de formation végétale (forêt, matorral arboré et matorral arbustif).

Le reste du peuplement est composé de maquis de lentisque et du chêne vert (*Quercus ilex*), le chêne kermès (*Quercus coccifera*), le genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*), le lentisque (*Pistacia lentiscus*), l'eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis*), (DGF, 2016).

1-1- Répartition et caractère écologique du pin d'Alep (*Pinus halepensis*)

Le pin d'Alep est une essence rustique, très présente dans la plupart des variantes bioclimatiques méditerranéennes (PARDE, 1957 ; QUEZEL, 1986 et MEZALI, 2003). En Algérie, le pin d'Alep couvre 850.000 ha soit 35% de la surface du Nord boisée (BENTOUATI et al, 2005), (Figure 4, Annexe I). Il est réparti essentiellement dans le semi-aride ou il est à l'état climacique, il peut monter en altitude jusqu'à la limite de 1200 m ou il est en contact avec le chêne vert (*Quercus ilex*) et le cèdre (*Cedrus atlantica*), il prospère à la limite de l'isohyète 300 mm. C'est l'essence forestière par excellence dans notre pays, son amplitude écologique est très vaste et demeure l'espèce importante par sa production ligneuse (LAALA, 2009).

Il faut noter que le pin d'Alep occupe en altitude des positions très variables, si en France, il se situe pratiquement toujours à moins de 800m d'altitude (PARDE, 1957). En Algérie, il atteint fréquemment 1500m et même 2000m d'altitude dans l'Atlas Saharien, et il trouve un

optimum de développement à des altitudes allant de 600 à 1200m dans le Tell et de 900 à 1400 m dans le Sud de l'Atlas Saharien (KADIK, 1987).

Sur le plan bioclimatique, le pin d'Alep se rencontre dans les différents étages : Aride supérieur, Semi-Aride, Sub-Humide et Humide (NAHAL, 1986).

1-2- Répartition et caractère écologique du cyprès (*Cupressus sempervirens)*

Le cyprès est un genre d'arbres sempervirents de la famille des Cupressacées, arbre (conifère) à grande longévité, monoïque et thermophile, (BECKER et *al*, 1982). Ayant une extension importante dans le monde mais discontinue (OUAHMANE, 2007). Il est l'un des genres de l'élément tertiaire. Il comprend une vingtaine d'espèces (GELLINI et *al*, 1979). Son aire de répartition se trouve en zone tempérée chaude de l'hémisphère Nord (ARBEZ, 1987). Il est présent dans la région circum- méditerranéenne, en Iran, en Grèce, en Tunisie, en Algérie et au Maroc (Figure 5, Annexe I). Le groupe afro-méditerranéen est surtout représenté par *Cupressus sempervirens L.* **(**KOUALI, 2015).

En Afrique du Nord et tout particulièrement en Algérie, il se comporte actuellement comme une essence autochtone, très bien adaptée à nos climats secs. Il en existe deux formes, une forme aux branches horizontales et houppier conique : *Cupressus sempervirens* « horizontalis » et une forme colonnaire qui forme un fuseau plus ou moins étroit : *Cupressus sempervirens* « pyramidalis » ou « stricta » (LETREUCH-BELAROUCI, 1991).

Le cyprès est une plante de climat doux. Il a besoin de chaleur, il doit être protégé des vents froids. Du point de vue thermique, il résiste à une température jusqu'à – 20°C. Comme beaucoup de plantes méditerranéennes, (ALIFRIQUE, 1995). C'est une essence xérophile, car c'est un arbre robuste susceptible de s'adapter à des conditions physiques très sévères. Mais il peut être plastique, c'est-à-dire qui peut se développer dans des climats humides. En effet, le cyprès est un arbre qui n'a pas d'exigence pluviométrique et peut se contenter de 250 à 350 mm/an. Se rencontre spontanément dans toutes les zones basses du pourtour méditerranéen à moins de 500m d'altitude. Il préfère les sols profonds, drainés, même sec et calcaire. Il supporte mal les terres argileuses ou trop gorgées d'eau. Néanmoins, le cyprès tolère les sols superficiels et caillouteux. Un sol trop humide peut entraîner le développement des champignons parasites (BENJAMAA, 2004). C'est une excellente essence à la résistance au vent et à la sécheresse (ARFAOUI, 2002).

Les cortèges floristiques associés au cyprès sont différentes selon les conditions écologiques, (la pluviométrie, l'altitude et les conditions édaphiques). On trouve *Juniperus oxycèdrus*, *Rosmarinus* sp, *Ampelodesma mauritanica*, *Chamaerops* sp.

Actuellement, le cyprès contribue à la protection des sols contre les différents types d'érosion (brise - vent) et constitue un aire de loisir, c'est donc un élément de reboisement le plus précieux pour l'Afrique du Nord.

2- La faune de la station d'étude

Le patrimoine faunistique existant dans la forêt domaniale d'Oued Chair 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, 2016).

3- Facteurs socio-économique

Les riverains de notre zone d'étude sont constitués essentiellement :

- Au Nord, mechta Amar el Arbi avec une population faible, leur activité principale est la Céréaliculture.
- A l'Ouest fraction El H'chalfa (commune de Rebaia) avec une population importante dont leur activité principale la Céréaliculture et l'arboriculture fruitière, l'élevage est également exercé pour les deux fractions surtout celui des ovins et des caprins, (DGF, 2016).

Conclusion

Après l'étude, et l'analyse des différents variables géologiques, géomorphologiques, pédologiques, hydrologique et climatiques de notre zone d'étude, on peut dire que cette dernière est caractérisée essentiellement du point de vue pédologique, par deux types de sols : sols de rendzines et sols bruns calcaires.

En ce qui concerne la géomorphologie, notre région est dominée essentiellement 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 varie entre (400-650 mm) avec un régime saisonnier de type HPAE, les températures maximales variant entre (31-36°C) en Juillet et des températures minimales qui varient entre (1-4.3°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 pin d'Alep (*Pinus halepensis)* et le cyprès (*Cupressus sempervirens*), nous remarquerons également aussi des formations de maquis de chêne vert *(Quercus ilex)* et de genévrier *(Juniperus oxycèdrus)*, avec autre espèces constituant le sous-bois.

CHAPITRE II

CONCEPTS, MATERIELS ET METHODES

L'élaboration d'un Système d'Informations Géographiques (SIG) va nos permettre de représente la zone d'étude et ceci grâce à une série des cartes thématiques, outils simples et visuels pour une meilleure analyse des données.

I- CARTOGRAPHIE

1- Concepts et définition

La cartographie est la science, la technique et l'art qui a pour objet la conception, la répartition, la rédaction de tous les types de plan et de cartes ; elle implique notamment l'étude de l'expression graphique des phénomènes, de la surface terrestre à représenter (CAVARY et *al*, 2008).

L'établissement des cartes a suivi l'évolution générale des techniques et des sciences notamment des techniques, de l'exploitation aérienne puis spatiale (avec les satellites) et plus récemment de l'informatique avec les systèmes d'information géographique (JOLY, 1976).

2- Cartographie de la végétation

La cartographie de la végétation exprime la distribution des unités synthétiques de la végétation (LONG, 1974). Il est extrêmement difficile de donner une définition unique a une carte de végétation, chaque pays, chaque organisation international ont leurs méthodes et systèmes de classification, en fonction de leurs objectifs, de la taille de la région cartographiée ou des moyens mis en œuvre (OZENDA, 1986).

Elle a été définie comme étant un constat de l'hétérogénéité du milieu suivant les échelles adoptées (BERTRAND, 1966). Elle peut être considérée comme une carte de tous les aspects dominant de l'environnement. C'est une représentation du paysage réel, ou de la végétation actuelle (OZENDA, 1986). Elle constitue en effet un élément d'information de première importance pour la reconnaissance du milieu naturel et de ses possibilités d'utilisation (FONTES et *al*, 2005).

Les bases de la cartographie de la végétation ont été inspirées des premiers travaux de biogéographie, relatifs à l'étude globale de paysage végétal (LARBI, 2000). L'objet principal de la carte de végétation est la représentation de la distribution géographique des taxons (LONG, 1974).

3- Cartographie de la végétation forestière

La cartographie de la végétation forestière présente des spécificités dont il faut tenir compte. La végétation forestière actuellement est reléguée dans des milieux souvent montagneux a collinéens. Ces territoires biogéographiques ont généralement de très forts gradients écologiques (MEDIOUNI et *al*, 1981).

La cartographie de la végétation permet une véritable mise en évidence des potentialités forestières. C'est un instrument indispensable a l'aménageur (LONG, 1974).

L'un des moyens puissants pour évaluer l'état des forêts, la connaissance de la répartition des essences au sein de cet écosystème et permet la planification des stratégies de prévention.

4- Intérêt de la cartographie de la végétation

La carte de végétation présente un grand intérêt d'être utilisable dans toutes études écologiques. Elle apporte les solutions aux problèmes de dynamique paysagère qui impliquent l'analyse de donnés anciennes, elle constitue de plus une source d'information unique et facilement interprétable dans le cadre d'approche diachronique. Cette dernière est utilisée pour évaluer les changements de la végétation sur de petites espaces (CAMRMEL et KADMON, 1998).

La cartographie est pratiquée à des fins d'aménagement du territoire, recensement de la flore, connaissance et la description des groupements végétaux (LARBI, 2000).

La nécessité d'une cartographie, notamment dans les pays en voie de développent, conduit souvent d'ailleurs à se contenter de prendre la formation végétale comme unité pour la réalisation des cartes dites d'utilisation du sol (OZENDA, 1986).

Selon OZENDA (1986), la cartographie fournie de nombreuses applications.

4-1- Intérêt scientifique

Elle constitue une base précieuse pour de nombreux secteurs de la recherche scientifique.

- Par son caractère éclectique (varié), touchant à des branches très divers de la biologie : floristique et faunistique, écologie, biocénotique, biométrie ;
- Par sa nature plu disciplinaire liée aux travaux annexes qu'elle nécessite : la climatologie, pédologie, recherche des relations de la végétation avec l'occupation humaine ;
- Par sa valeur de synthèse, due au fait qu'elle aboutit à la réalisation d'un document qui permet l'ensemble des faits biogéographiques et écologiques relatif à la végétation d'un territoire étendu.

4-2- Intérêt didactique

Cet aspect ne doit pas être minimisé. La carte de végétation apporte :

- Une aide à l'enseignement concret, axé sur l'étude des milieux naturels par la notion de biocénose, des relations entre les êtres vivants ; la dynamique ; l'étude des différents types de forêts

et de prairies ; l'utilisation du milieu par l'homme, des systèmes de culture et leurs relations avec le climat et le sol ;

5- Les travaux sur la carte de la végétation en Algérie

Le service de la cartographie de la végétation (S.C.V) de Toulouse a étendu ses activités en Afrique du Nord. Dans ce domaine, peu de travaux ont été réalisées en Algérie, on peut citer :

La carte phytogéographique de l'Algérie et la Tunisie par MAIRE (1926) publié par le S.C.V au 1/200000 dans le cadre de la carte de la végétation d'Algérie : feuille de Bosquets-Mostaganem par SANTA et DAUMAS (1948), la feuille de Tunis-Sfax qui couvre une bonne partie de l'EST algérien par GAUSSEN et VERNET (1958), carte de végétation de l'Algérie au 1/500000, feuille de Ghardaia (BARRY et al., 1968) et feuille de Beni-Abbes au 1/200000 par GUINET (1954).

Entre temps, fut crée temporairement l'Institut de cartographie de la végétation d'Algérie à Alger (I.C.V) dirigé par NEGRE, qui publia la carte de Tipaza, dans le cadre de la carte d'Algérie, à grande échelle (1/50000). Enfin, il convient de signaler la publication d'une nouvelle feuille d'Oran au 1/50000 qui semble être la dernière carte publié dans ce courant.

Actuellement et après la disparition de l'I.C.V, les travaux de la cartographie de la végétation se réalisent dans le cadre de la recherche scientifique de quelques organismes spécialisés et dans le cadre des thèses ou mémoires de fin d'étude. Vu le manque de communication entre les centres de recherche (laboratoires de recherche, université et organismes) et vu le manque de publication, il est difficile d'apprécier le niveau de la cartographie de la végétation en Algérie (LARBI, 2000).

II- LES SYSTEMES D'INFORMATION GEOGRAPHIQUES (SIG)

1- Historique et conception d'un SIG

L'évolution et la diffusion des SIG dans la science, la cartographie et l'aménagement du territoire est à mettre en lien avec le développement de la technologie informatique et des nouvelles approches scientifiques transdisciplinaires, intégratives. Depuis les années 70, et plus particulièrement depuis le sommet de la terre à Rio de Janeiro en 1992 a lieu une prise de conscience des problèmes environnementaux à toutes les échelles.

Le développement des SIG est étroitement lié à celui de l'informatique, MANIERE (1987) distinguent trois périodes principales :

1) - La période 1950 -1970 : début de l'informatique, premières applications de la cartographie automatique.

2) - La période 1970-1980 : diffusion des outils de cartographie automatique (SIG) dans les organismes d'état (armée, cadastre services topographiques, …).
3) - Depuis 1980 : croissance du marché des logiciels, développement des applications sur PC, mise en réseau (bases de données distribuées, application sur Internet).

La conception des SIG a été premièrement mise en œuvre par Dr ROGER TOMLINSON et son équipe en 1962, afin d'établir un système d'information géographique du Canada (CGIS), le premier SIG au monde (HUBERT et MOY, 2004).

2- Définitions

2-1- Notion de SIG

Un système d'information géographique (SIG) est un outil informatique permettent d'organiser et de présenter des données alphanumérique spatialement référencées, ainsi que de produire des plans et des cartes (DENEGRE et SALGE, 2004).

Un système d'information géographique est un ensemble de données numériques, localisées géographiquement et structurées à l'intérieur d'un écosystème de traitement informatique comprenant des modules fonctionnels permettant de construire, de modifier, d'interroger, de représenter cartographiquement la base de données, selon des critères sémantiques et spatiaux (GILLIOT, 2000).

2-2- Notion de la carte dans les SIG

Nous utilisons le terme cartographie pour décrire le produit numérique ou analogique d'un SIG qui affiche des informations géographiques à l'aide d'un support cartographique. la carte dans les SIG est le résultat final d'une série d'étapes de traitement de données SIG en commençant par la collecte des données, l'enregistrement, la maintenance, l'analyse, et en terminant avec une carte, chacune de ces activités successives transforme une base de données d'informations géographiques jusqu'à ce qu'elle soit dans la forme appropriée à l'affichage sur une technologie donnée (LONGLEY et *al*., 2004),

- **Intérêt d'un SIG**

Le SIG permet :

-L'identification des relations spatiales entre les cartes ;

-Le stockage, la vérification, l'inventaire des données reçues, leur exploitation, leur analyse et leur mise à jour en cas de besoin ;

-Etablir des cartographies rapides et mettre en œuvre des processus de choix spatiaux ;

-Visualisation des données et l'affichage des informations localisées ;

-De fournir des renseignements qui offrent des réponses aux chercheurs.

-La gestion d'objets à référence spatiale.

3- Les composants d'un SIG

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

- **Logiciels**

Le SIG comprend de nombreux logiciels qui gèrent les données, et offrent les outils et les fonctions pour le stocker, analyser et afficher toutes les informations.

- **Matériels**

Le SIG fonctionne sur des ordinateurs connectés au réseau ou utilisés de façons 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 a une grande communauté d'utilisateur depuis ceux qui créent et maintiennent le système, jusqu'aux personnes utilisant dans leurs travail quotidien la dimension graphique (BENABDELAH et LARIBI, 2010).

- **Méthodes**

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

4- Les fonctions d'un SIG

Le SIG possède différents fonctions (Figure 11) : Acquisition, Archivage, Analyse et Affichage mais avant réalises ces fonctions, une première opération appelée « Abstraction ». Elle est nécessaire pour rendre modélisable par le choix de la matière de présentation l'espace géographique étudies (DESHAYES et CHERY, 2000).

5- Base de données

Une base de données (B.D) peut être définie comme étant un ensemble structuré, exhaustif, et non redondant de données enregistrées sur des supports accessibles par ordinateur pour satisfaire simultanément plusieurs utilisateurs de façon sélective et en temps opportun (ASPINALL, 1999). Elle présente une masse d'informations brutes ou traitées permettant 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).

6- Système de gestion d'une base de données (S.G.B.D)

C'est un ensemble d'outils et de logiciels permettant à l'utilisateur l'accès à la base de données, et de la manipuler (recherche, modification, insertion ou suppression des données).

Un SIG est spécifiquement conçu pour le traitement simultané des données spatiales et attributaires. Un S.G.B.D assure les fonctions suivantes :

- La manipulation des données.
- Le maintien de l'intégrité des données.
- Répandre à des requêtes par un niveau de performance adapté.
- L'accès aux informations par plusieurs utilisations.
- Sécurité de fonctionnement.

7- Les domaines d'application des SIG

Les domaines d'application des SIG sont aussi nombreux que variés. Citons cependant :

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

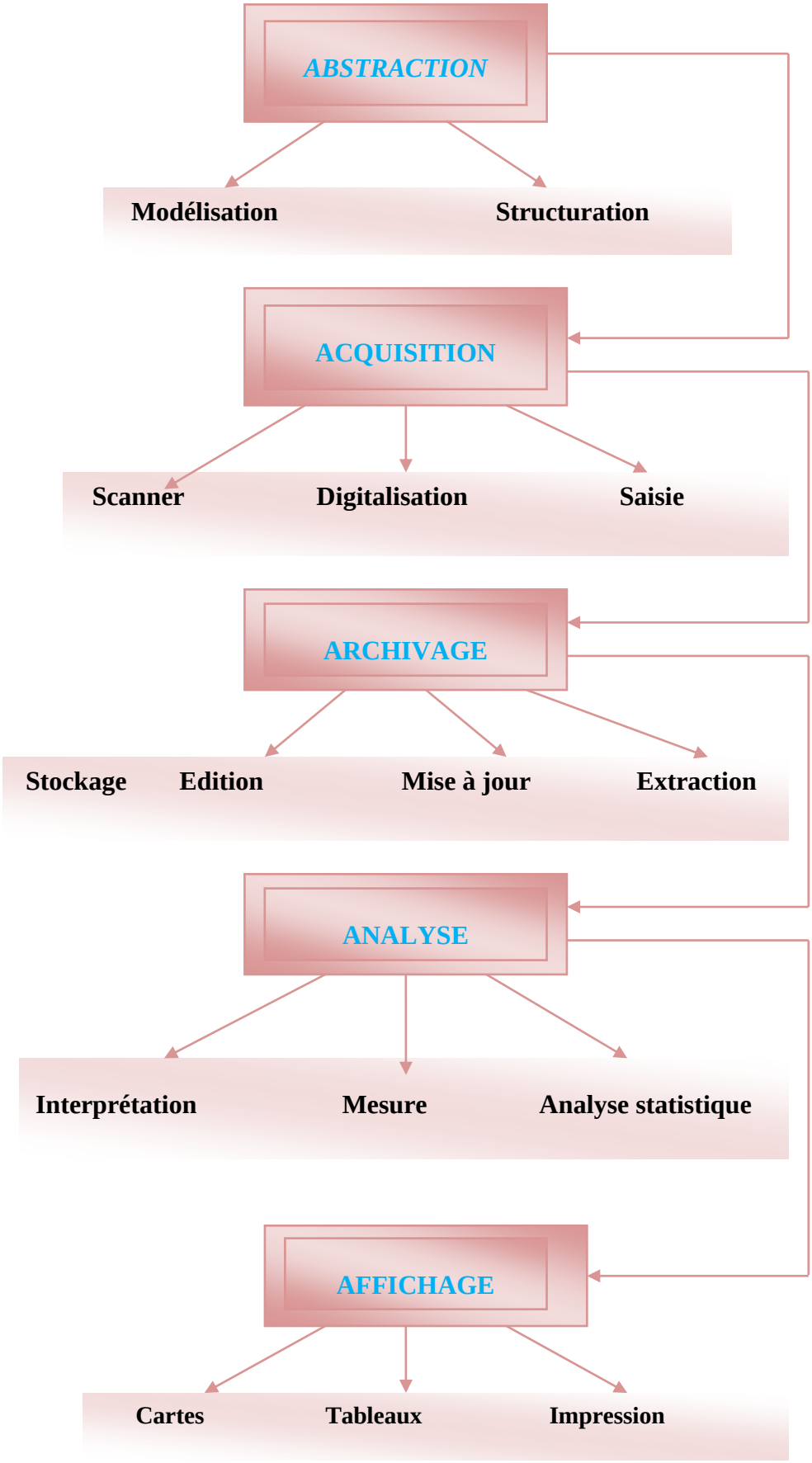


Fig.11.- : Organigramme des fonctionnalités d'un SIG **(les 5A)**, (KHOUDIR, 2012).

8- Rôle des SIG à la recherche environnementale

Les applications environnementaux sont longtemps constitué la base de SIG,

Beaucoup des premières applications été principalement concernées par les questions d'inventaire et de mesure, mais à partir du milieu des années 1980 une importance beaucoup plus grande a été donnée à l'analyse statistique et la modélisation. (LOVETT et *al*, 2008).

Les SIG sont largement utilisé dans les taches environnementales suivantes:

Le choix des parcelles représentatives d'échantillonnages, ou-schéma d'exploitation, Par exemple, le relief, la nature des sols et la végétation constituent souvent la base de données utilisés pour définir où les parcelles d'étude seront faites pour obtenir une représentation de la biodiversité dans un lieu donné.

- ❖ L'élaboration des plans d'interventions et d'exploitations (domaine forestier).
- ❖ La comparaison des indicateurs environnementaux : la plupart des applications basées sur ces méthodes visent à constater des corrélations entre plusieurs variables environnementaux comme : la végétation et les changements d'utilisation des terres, les effets de la faune sur la végétation.
- ❖ Simulation et modélisation des impacts et des changements environnementaux sur la biodiversité.

9- Application des SIG à la recherche environnementale

Sur la base des fonctions présentées ci- dessus, les SIG ont été largement appliqués aux aspects suivants de la recherche pour l'environnement :

La Cartographie par (VIDAL et HUBSCHMAN, 1992) ; Cartographie des forêts pour l'aménagement, gestion des coupes et sylviculture (HABERT, 2000) ; Gestion, suivi et planification de l'environnement (NICOULLAUD et *al*, 1992, BENHANIFIA, 2003) ; Analyse et modélisation spatiale (COUREL, 1985 ; COUREL, 1988 ; DUBOIS. et *al*, 1997 ; HADDOUCHE, 2002) ; Evaluation du risque naturel (BROUCHIER, 1998 ; WU et *al*, 2003).

Cependant, une grande partie de l'utilité des SIG réside dans leur efficacité pour la gestion et la mise en œuvre des données spatiales (ASPINALL, 1999). En se basant sur des primitives géographiques telles que des points, des arcs, des polygones (vecteurs) ou des maillages (raster). À ces primitives sont associées des informations qualitatives telles que la nature (route, voie ferrée, forêt …) ou toute autre information contextuelle. Un système d'information géographique (SIG) permet de gérer des données alphanumériques spatialement localisées (BENMESSAOUD, 2009).

III-LES PHOTOGRAPHIES AERIENNES

1- Définition

Selon (CABOUSSEL, 1967) les photographies aériennes ont l'avantage de révéler en premier lieu les limites qui peuvent être d'ordre très divers : physionomique (pelouse, maquis, bois, culture…etc.), spécifiques (divers essences forestière, type des cultures) ou structurales (mélange d'espèces forestières, densité des divers strates d'un peuplement).

Elle permet d'enregistrer des entités anthropiques et naturelles en constante évolution qui se trouvent à la surface de la Terre. Elle montre les zones résidentielles et industrielles, les réseaux routiers et les chemins de fer, ainsi que les entités géographiques telles que les montagnes, les canyons, les basses plaines, les rivières, les lacs, les forêts et les terres labourables [Site, 1].

2- L'échelle de la photographie aérienne

Le choix de l'échelle utilisée pour la photographie présente une grande importance pour le forestier, car il conditionne dans une large mesure la précision de l'interprétation photographique qu'il est possible d'obtenir dans les épreuves définitives (FRANCIS, 1957).

Pour l'identification des différentes espèces d'arbres, il est nécessaire que les photographies soient à une échelle relativement grande, c'est-à-dire 1/20.000 ou plus. Les photographies à une telle échelle ont l'inconvénient de ne fournir qu'une vue relativement limitée d'un territoire forestier donné (FRANCIS, 1957).

A grande échelle, les photographies aériennes révèlent le détail de la limite de la forêt, par la visualisation de l'infrastructure des routes, des chemins, de cloisonnement parcellaire et mettent en évidence la présence de peuplement variés (feuillus ou résineux). Au contraire, de la flore herbacée et moins encore sur celle du sol (DELAUNY et LEOUTRE, 1983).

Les photographies à une plus petite échelle sont beaucoup plus utiles pour les premières phases du travail d'interprétation photographique dans les forêts, car elles donnent une vue d'ensemble intéressant sur un vaste territoire. La mise sur le marché des nouvelles caméras, dont les lentilles donnent une image d'une qualité particulièrement élevée, a conduit les spécialistes de photogrammétrie à développer l'utilisation des photographies aériennes à une échelle plus petite. Des épreuves d'une telle qualité présentent un grand intérêt en matière d'interprétation photographique forestière. Il est intéressant, pour le forestier, de disposer d'une photographie à petite échelle pour l'interprétation préliminaire, pour déterminer sur cette photographie les surfaces devant faire l'objet

d'un examen plus approfondi, et enfin d'avoir recours, pour des surfaces choisies, à une photographie à plus grande échelle (FRANCIS, 1957).

3- Les techniques de l'interprétation de la photographie forestière

Les techniques utilisées pour l'établissement des cartes à base de la photographie aérienne, assuré par une interprétation approfondir de cette dernière, selon (FRANCIS, 1957), les techniques sont les suivantes :

- Une interprétation photographique préliminaire est faite par examen stéréoscopique des photographies, elle fournit une première distinction des types de forêts, et si possible, une différenciation des essences forestières.
- A partir des renseignements fournis par cette première interprétation, est dressée une carte provisoire des types de forêts. Sur cette carte est figurée la répartition des différents types de forêts et des essences forestières. A ce stade, ces renseignements peuvent être indiqués par des lettres ou des symboles et la carte elle-même, faite sur calque, peut être colorée avec des crayons de couleur.
- On procède à la vérification de l'interprétation photographique par observation directe sur le terrain. Cette opération comprend habituellement une estimation au sol en pourcentage, de façon à obtenir des données volumétriques applicables à la stratification déterminée sur les photographies aériennes.
- Il est procédé ensuite à l'interprétation définitive des photographies qui ont fait l'objet de la vérification sur le terrain.
- Une carte définitive des types de forêts est alors établie à partir des épreuves photographiques sur la carte de base convenablement vérifiée.

4- L'intérêt de la photographie aérienne

C'est la phase de synthèse qui permet de délimiter, avec plus de précision et plus rapidement que celle de la prospection sur terrain des zones homogènes. Chaque zone homogène exprime un premier niveau de synthèse de données élémentaires propre à la végétation, telle que le type de végétation, la structure verticale et le recouvrement (GIRARD et GIRARD, 1975).

IV-MATERIELS UTILISE

1- Matériel de terrain

❖ **Global positioning system (GPS)**

Le GPS ou NAVSTAR (Navigation System by Timing And Ranging) est un système de radionavigation américain basé sur une constellation de satellite élaborés en 1970 et contrôlés par le département de la défense (DoD) des Etats-Unis, il informe sur la position, le temps et la vitesse sur une large étendue mondiale quelques soient les conditions météorologiques ou le moment de la journée.

Le GPS est ainsi composé de trois parties selon (MANIERE, 1987).

- Les satellites en orbite autour de la terre ;
- Des stations de contrôle et de suivi sur la terre ;
- L'appareil de réception d'un nombre illimité d'utilisateurs.

Le récepteur de chaque utilisateur capte les signaux diffusés par les satellites et produit ainsi une localisation selon trois dimensions (latitude, longitude et altitude).

Il calcule sa position par triangulation, en mesurant la distance entre lui-même et au minimum trois satellites.

La composante spatiale du système est basée sur une constellation de 24 satellites placés en orbite quasi-polaire à 20200 Km d'altitude. Le GPS fournit une précision de l'ordre de 05 à 15 mètres (WU, 2003).

En écologie le GPS est utilisé pour les relevés phytoécologiques sur le site d'échantillonnage permettant d'obtenir un positionnement précis des relevés terrain et pour une vérification et localisation de l'apparition de changements et d'évènement pertinents.

❖ **Une boussole**

La boussole nous permet de s'orienter sur le terrain, et pour indiquer l'exposition des relevés phytoécologiques réalisés.

❖ **Appareil photos numérique**

Nous avons utilisée un appareil photos pour photographie les différents états de la végétation (nature, type biologique, l'âge des peuplements, distribution et la densité du couvert végétal).

❖ **Documents cartographique**

L'ensemble des cartes utilisées :

- Une carte topographique de BENI SLIMANE au l'échelle de 1/25.000, feuille NJ 31 Ouest (1983).
- Une carte topographique de Souagui l'échelle de 1/25.000, Feuille n° 111-B7-C17 (1983).
- Des cartes de la wilaya de Médéa (classes d'altitude, classes de pente, lithologique, climatique et hydrologique), réalisée par BNEDER (2008).

❖ **Photo graphie aérienne**

Série des photographies aériennes qui couvrent la zone d'étude au 1/20.000, achetées au nivau de l'institut national de la cartographie et de télédétection (INCT, 2008).

2- Matériel de SIG

❖ Matériel informatiques : englobe

- Un micro ordinateur *HP ;*
- Système d'exploitation Windows 7 ;
- Des supports de sauvegarde (USB, CD-ROM et DVD).

❖ Scanner A0.

❖ Logiciel (MapInfo).

Le MapInfo Professional parmi les outils de Système d'Information Géographique qui sert à créer l'information géographique, à traiter et manipuler cette information et à la cartographier de différentes manières (BENABDELAH et LARIBI, 2010).

Le logiciel MapInfo 7.5, version française, offre la possibilité de travailler très facilement sur des entités vectoriels et rasters.

Il fournit une variété de fonctionnalités de visualisation et d'édition incluant parmi les :

- L'ouverture multiple des tables ;
- La gestion de l'affichage et de l'étiquetage des couches ;
- Création et modification d'analyses thématiques ;
- Manipulation des vues ;
- Recherche d'informations associées à une couche ;
- Gestion des unités et des projections.

V- LA METHODOLOGIE

Pour l'élaboration d'une carte de végétation doivent être suivie deux étapes principales : une étape analytique et une étape synthétique.

1- Etape analytique

Elle est représentée par deux phases, travail de bureau consiste la collecte de toutes sortes de données, et le travail sur le terrain.

1-1- Collecte des données

Les données recueillies sont de deux types : données alphanumérique et données cartographiques.

❖ **Les données alphanumériques**

Représentent les statistiques des différents indicateurs collectés auprès des différents organismes tels que la direction de l'agriculture (DSA), le bureau national d'étude pour le développement rural (BNDER) pour les cartes de la wilaya de Médéa, l'office nationale de météorologie (ONM) et l'agence nationale des ressources hydraulique de la wilaya de Médéa (ANRH) pour les données climatiques et la direction des forêts de Médéa (surface et délimitation de la forêt, la faune et la flore).

❖ **Les données cartographique et numérique**

Ce sont toutes les cartes collectées soit numérique ou bien sur support papier, ces dernières ne sont exploitables par le SIG qu'après scénarisation et calage. Pour ce type de données il existe deux modes : mode Raster et Vecteur.

1-2- Travail de terrain

Les sorties sur terrain nous ont permis de vérifier les données collectées. Il est évident que sans prospection rigoureuse et suffisante de la réalité du terrain nous ne pouvons pas aboutir à une représentation fidèle de la végétation. L'échantillonnage de la végétation dans la 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.

1-2-1- Echantillonnage

L'échantillonnage est l'ensemble des opérations qui ont pour objet des relevées dans une population d'individus devant constituer l'échantillon (DAGNELIE, 1973).

L'échantillonnage permet d'obtenir des informations objectives et une précision mesurable sur l'ensemble de la végétation et des facteurs écologiques à l'échelle situationnelle.

Le chercheur choisit comme échantillon des parcelles qui lui paraissent particulièrement homogènes et représentatives (GUONOT, 1969 ; JULVE, 1986 ; PRPDON et BRETON, 1994).

L'échantillonnage subjectif est constitué d'un reproche « qualitatif » permettant de saisir la végétation dans ses aspects structuraux et de densité (SADKI, 1988).

❖ **L'échantillonnage subjectif**

C'est la forme la plus simple et la plus intuitive d'échantillonnage (GOUNOT, 1969). Il consiste à choisir les échantillons qui paraissent les plus représentatifs et suffisamment homogène (LONG, 1974).

Les critères sont propres à l'observateur. Bien que cette procédure soit satisfaisante, les observations recueillies ne se prêtent pas à un traitement statistique rigoureux (POISSONET, 1969).

❖ **Aire minimale**

La surface du relevé est basée sur la notion de l'aire minimale. Cette notion est liée à l'augmentation du nombre d'espèces en fonction de la surface échantillonnée (relation aire espèce) avec formation d'un plateau à partir d'une certaine surface (GUINOCHET, 1973). La notion d'aire minimale est conçue comme l'aire sur laquelle la quasi-totalité des espèces de la communauté végétale est représentée (WALTER, 1994).

Concernant la superficie minimale du relevé, elle varie de 100 m^2 à 1000 m^2 selon les régions et les auteurs (KASSAS, 1953 ; QUEZEL et *al*, 1981 et BOUCHENEB, 2000).

Dans notre étude, nous avons retenu 100m²ce qui est habituellement admis pour les maquis ou les matorrals (ACHOUR et BELKESSA, 2009).

1-2-2- Réalisation des relevés

L'établissement des profils écologiques et la recherche des groupes écologiques n'est possible que dans la mesure où l'on dispose d'un assez grand nombre de relevés phytoécologiques établis sur le terrain (LONG, 1974).

Pour la réalisation des relevés sur terrain, deux critères fondamentaux doivent être respectés. Il s'agit du critère d'homogénéité floristique et géomorphologique (BENGHANEM, 2009).

Nous avons essayé de faire des relevés dans les parcelles homogènes les plus représentatifs (les peuplements purs, les peuplements mélangés, reboisement, peuplement à arbre âgés, les peuplements à régénération naturelle et artificielle et à différentes altitude). Car la cartographie à grande échelle nécessite une appréciation rigoureuse du terrain.

Aux cours de nombreuses visites entreprises dans la forêt, nous avons réalisé 60 relevés en pratiquement 06 sorties. Ces relevés ont été effectués durant la période printanière de la fin du mois de Mars à la mi-avril (Tableau I. Annexe II).

1-2-3- Les données écologiques

Les données écologiques prises en compte pour caractériser nos relevés ont été soit mesurées, soit appréciées sur le terrain. Ces données sont :

- L'altitude, la longitude et la latitude, (les coordonnées géographique des relevés ont été déterminées à l'aide d'un GPS) ;
- L'exposition, Grâce à la boussole ;
- La topographie et géomorphologie (apprécié visuellement) ;
- Le recouvrement des éléments de la surface du sol, aussi que celui de la végétation ;
- L'état général de la forêt (dégradé ou non dégradé).

1-2-4- Les données floristiques

Le coefficient d'abondance-dominance est estimé visuellement. L'abondance exprime le nombre d'individu qui forment la population de l'espèce présente dans le relevé. La dominance représente le recouvrement de l'ensemble des individus d'une espèce donnée, comme la projection verticale de leur appareil végétatif aérien sur le sol (WALTER ,1994).

Échelle des coefficients d'abondance-dominance de Braun-Blanquet (1952) :

5 : Nombre quelconque d'individu–recouvrement > ¾ de la surface de référence (>75%).

4 : Recouvrement entre ½ et ¾ (50-75% de la surface de référence).

3 : Recouvrement entre ¼ et ½ (25-50% de la surface de référence).

2 : Recouvrement entre 1/20 e ¼ (5-25% de la surface de référence).

1 : Recouvrement < 1/20, ou individus dispersés à couvert jusqu'à 1/20 (5%).

+ : Peu d'individus, avec très faible recouvrement.

r : rare.

1-3- Choix de l'échelle

La notion d'échelle définie comme le ratio constant entre les distances mesurées sur la carte et les distances équivalentes sur le terrain réel (BORDIN, 2002). Pour LONG (1974) et JOLY (1985), la cartographie d'une même région à des échelles différentes, exprime plusieurs faces d'une même

réalité, examinée avec plus ou moins de détails, c'est-à-dire et pour notre cas, étudier la végétation dans son milieu à différents niveaux de perception.

L'échelle d'observation permet de situer le niveau de perception, des différents écosystèmes et des différentes biocénoses et la possibilité d'expression cartographique. (GRANDI, 1996).

Vu à l'étendue de notre zone d'étude (1142.67 ha). L'échelle la plus adéquate pour notre étude celle de 1/15.000, se rapportant donc à une grande échelle.

A grande échelle, l'information repose avant tout sur la connaissance de terrain et l'observation directe des composantes de l'écosystème étudié.

La cartographie à grande échelle se pratique dans le cadre de la délimitation des stations ou le climat est assez homogène (BONNEAU et TIMBAL, 1983).

1-3-1- Intérêt écologique des cartes établies à grande échelle

Les documents cartographiques établies à grandes échelles concernent principalement la végétation forestière qui présente des spécificités dont il faut tenir compte (BOUZENOUNE et MEDIOUNI, 1983).

L'emploi des grandes échelles permet de mettre en exergue la multiplicité des facteurs biotiques et abiotiques très énergiques qui entrent dans la distribution des essences forestières.

Aussi, ces deux auteurs soulignent que l'hétérogénéité de la végétation et du milieu requiert l'utilisation d'un niveau de perception (donc l'emploi de grandes échelles) asses bas et que par conséquent les documents cartographique inhérents à ce niveau même s'il semble complexes, constituent le moyen pédologique le plus probant pour une analyse globalisante et synthétiques de la pluralité des descripteurs (GRANDI, 1996).

2- Etape synthétique

C'est l'étape finale qui mène à l'élaboration d'une carte de végétation, après une synthèse des résultats de la phase analytique, une série de travaux successifs assistés par ordinateur a été suivi afin d'exprimer cartographiquement la répartition de la végétation dans notre zone d'étude.

2-1- Scannérisation des cartes et stockage des données d'imagerie

Elle consiste en la transformation des cartes en un fichier informatique pour qu'elles soient manipulées par l'ordinateur. L'appareil qui réalise cette opération est un scanner en couleur relié à un ordinateur. Le résultat étant des images de type JPEG ou Tiff, qui est utilisé par le logiciel MapInfo en mode raster.

Dans cette étape nous avons scannée les photographies aériennes, elles sont numérisées et stockées. Et vu que la carte topographique de notre zone d'étude a été déjà utilisée précédemment, donc déjà stockée en format numérique, donc elle n'est pas concernée par ce type de traitement.

2-2- Le calage

Le calage est réalisé à l'aide du logiciel MapInfo 7.5 et il consiste à choisir au moins quatre points distincts, régulièrement distribués (non alignés) et de leurs coordonnées géographique réelles dans la projection choisie. L'ensemble des autres points de la carte calée est déduit automatiquement par projection et interpolation (BENSSOUD, 2009).

On ouvre la carte scannée sous format « image raster » tell qu'elle est connue par le MapInfo (figure 12). Une nouvelle boite de dialogue qui apparait nous offre deux options «afficharge» ou «calage»**.**

Notre zone d'étude est située dans le fuseau 31 (Northern Hémisphère) du système de projection UTM (Universel Transverse Mercator,WGS84). C'est la marge d'erreur trouvée est 0 pixels pour toutes les cartes utilisées, ce qui confirme que le calage a bien réussi (BENSSOUD, 2009).

Dans notre travail, on a calée une carte topo d'Algerie feuille de Beni Slimane (Ouest) à 1/25.000 avec des coordonnés en degré. La marge d'erreur varier entre 0 et 2 pixeles (Figure 13).

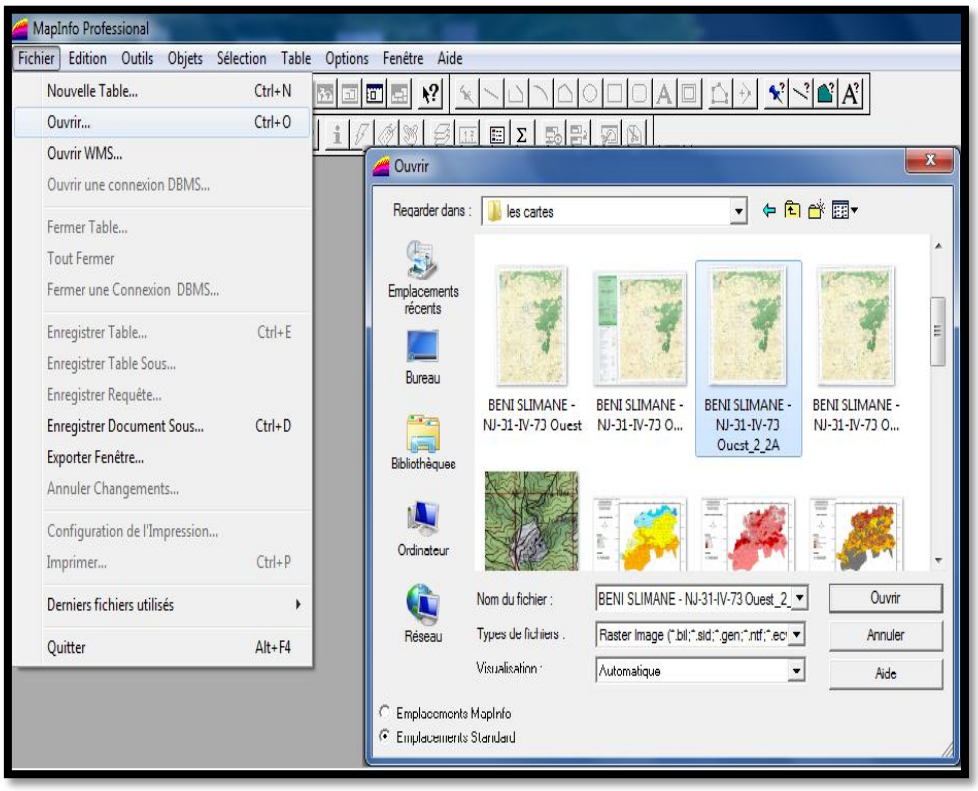


Fig.12.- : Les étapes d'overture d'une carte scannée par le MapInfo.

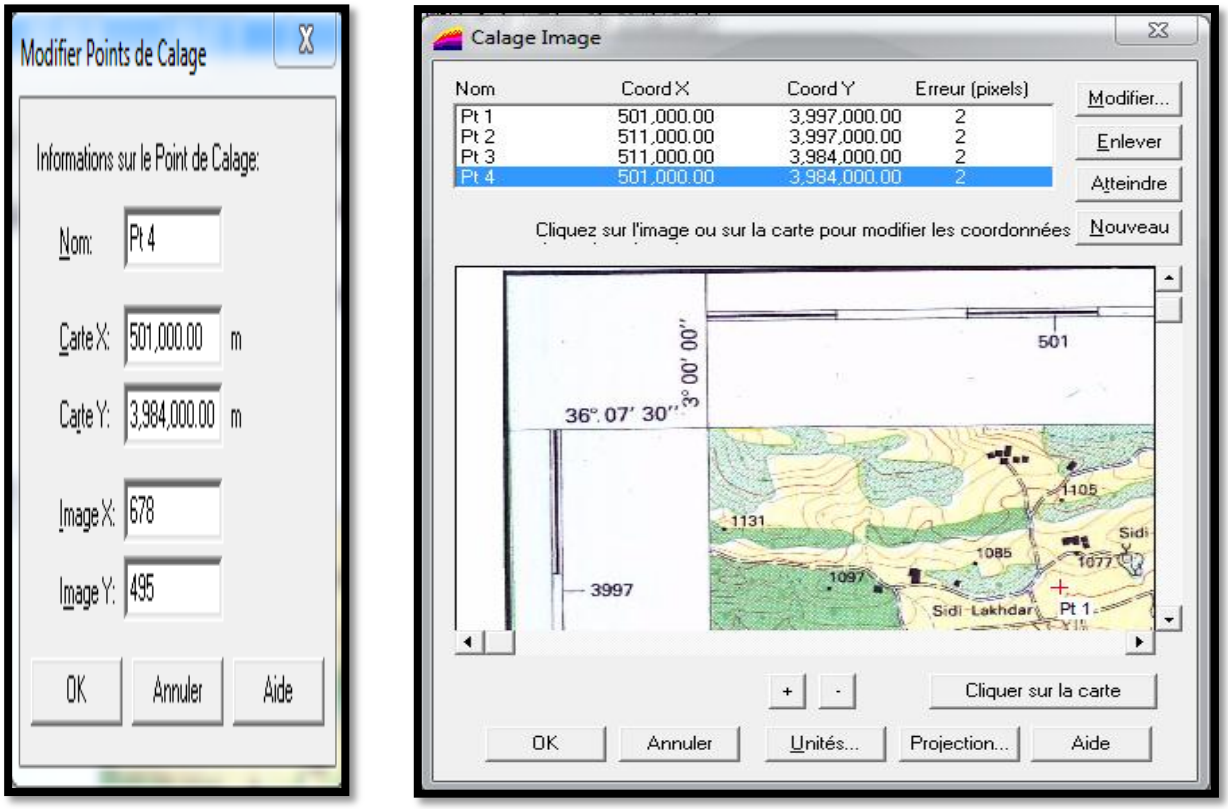


Fig.13.- : Les options de numérisation et de calage.

2-3- Digitalisation

Une fois la carte calée, la digitalisation se fait manuellement, sur une nouvelle couche dessin modifiable (aller à carte → contrôle des couches : cochez le petit carré sous le stylo). La digitalisation des différentes couches se fait à l'aide des outils de dessin (polygone, polyligne et point…Etc), et en choisissant les couleurs et des trames adéquates.

Elle transforme les figures de cette carte en un format numérique en coordonnées X et Y.

- Chaque nouvel élément numérisé s'écrit à la suite des autres dans la table ou il est possible d'ajouter des attributs ;
- Les lignes peuvent toujours etre converties en polygones. Il est recommandé de gérer les points, les lignes et les polygones dans des tables différentes.

2-4- Creation et superposition des couches

Les informations sont organisées en couche de données qui peuvent etre superposées,mises en intéraction ou isolées.Les données peuvent etre organisées en mode raster ou en mode vecteur (BENSSOUD, 2009). La superposition de toutes les couches produit la carte finale,chaque couche

représente une table,et chaque couche (ou table) peut contenir différents objets (points , lignes et polygones).

Les tables crée à fin d'élaborer la carte finale sont les suivants (Figure 14) :

- Une table de la limitation de la forêt ;
- Une table des formations végétales ;
- Une table représentant les des relevés floristiques ;
- Une table du réseau routier ;

Le MapInfo permet la superposition de ces couches par l'option contrôle des couches du menu.



Fig.14.- : Création et superposition des couches de dessin.

2-5- L'analyse et l'identification de la photographie aérienne

Selon LONG (1974), on entend par la clé de la cartographie : « un système ordonné et hiérarchisé de critères et de paramètres qui, en mettant en évidence des caractères, des ensembles décrits, permet d'effectuer leur diagnose rapide, selon la précision désirée ».

L'analyse et l'interprétation des photographies aériennes de notre zone d'étude se fait suivant les critères photogramétrique (le toit, la tonalité, la texture, la structure,…etc.) et pour permettre la clarté et la netteté des différentes unités de végétation (figure 15).

Le traitement de cette photo, nous a permis de dégager six zones homogènes (Tableau, XIV).

Tableau XIV : Clé d'identification de la photo graphie aérienne

N° des zones isophènes	Tonalité	Toit	Structure	Texture	Interprétation
Zone 1	Blanc	/	Homogène	Linéaire	Routes et pistes
Zone 2	Blanc	/	Homogène	En amas	Terrain nu
Zone 3	Gris très foncé	Granuleux irrégulier	Hétérogène	Grenu gros et moyen	Forêt de cyprès
Zone 4	Gris clair	Granuleux	Homogène	Pointillé moyen	Forêt à pin d'Alep
Zone 5	Gris clair	Granuleux irrégulier	Hétérogène	Pointillé moyen et fin dispersés	Matorral de pin d'Alep
Zone 6	Gris blanchâtre	Granuleux irrégulier	Hétérogène	En amas	Maquis

2-6- Elaboration de la base de données

Une base de données représente la compaction optimale de toutes les informations nécessaires au bon fonctionnement d'une organisation.

Il existe de nombreux modèles de base de données tels que : le modèle hiérarchique, réseaux, relationnelles et orientés objet …ect.

Dans notre travail nous avons utilisé le modèle relationnel ou tables relationnelle qui met l'accent sur les relations entre les objets. Chaque table relationnelle est décrite par ensemble d'attributs ou champs qui sont les colonnes de la table. Chaque ligne de la table est un ensemble des valeurs, aussi appelées tuple décrivant de la table. Cette étape nécessite une réflexion préalable sur la modélisation des informations que l'on veut saisir.

Dans notre travail exige trois bases de données :

1. La première relative à la carte de végétation d'Oued Chair à base d'image satellite (2016) au 1/15.000 ;
2. Celle qui est relative à la carte de végétation d'Oued Chair à base de la photographie aérienne (2008) au 1/20.000 ;

3. Relative aux relevés floristiques collectés, elle contient les données écologiques et floristiques.

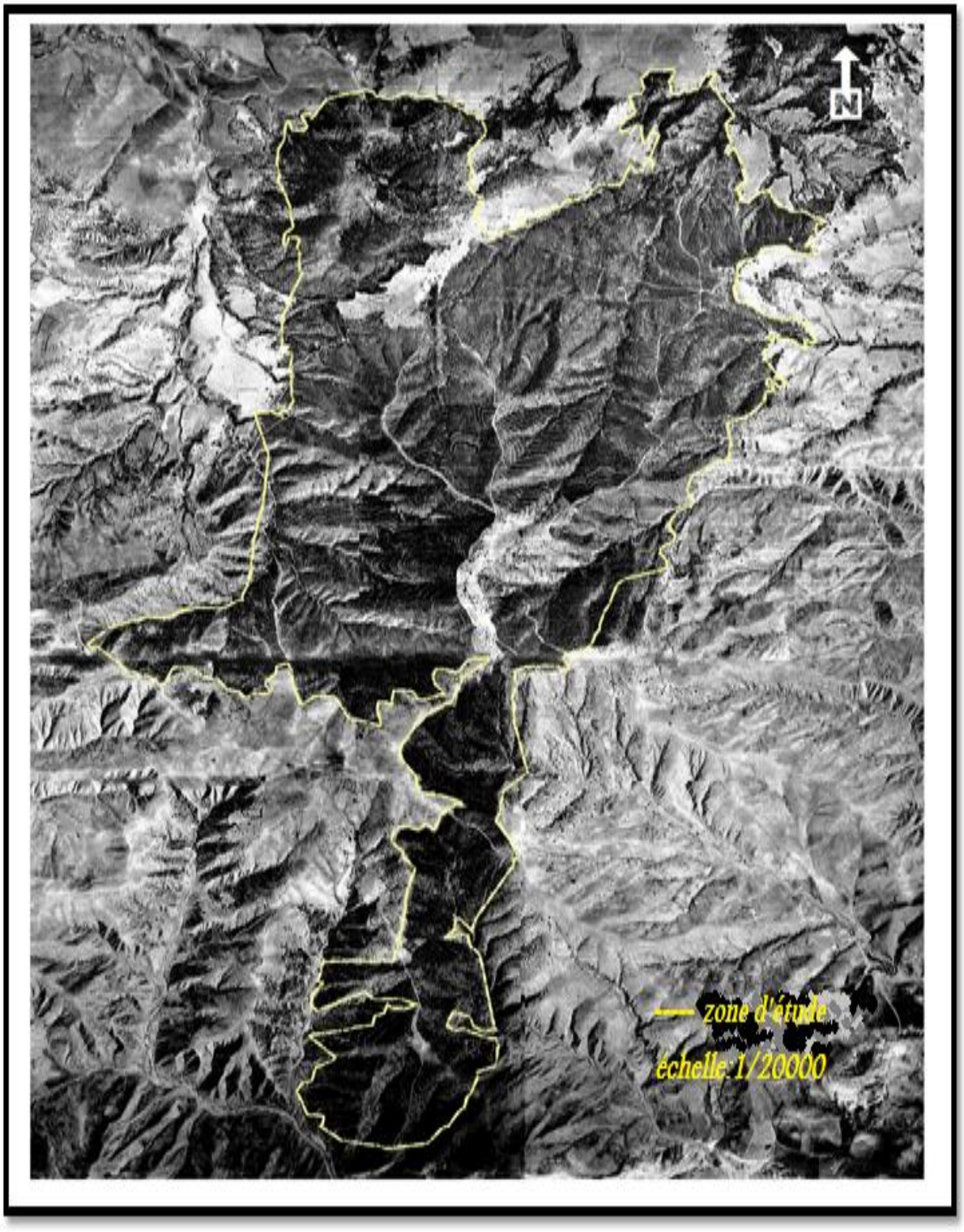


Fig.15.- : Photographie aérienne de la zone d'étude (INCT, 2008).

Notre base de données contient les informations présentes dans le tableau XV.

Tableau XV : Codage utilisé pour la base de données

Code	Identification	Groupement
I	Forêt	Type de formation
II	Matorral	
III	Maquis	
IV	Sol nu	
1	> 7 m	Hauteurs
2	4 à 7 m	
3	2 à 4 m	
4	0.5 à 2 m	
1	Pin d'Alep	Essence dominante
2	Cyprès	
3	Chêne Vert	
4	Romarin	
5	Lentisque	
6	Genévrier	
1	Dense > 75 %	Recouvrement
2	Assez claire 50 < Rec < 75 %	
3	Claire 25 < Rec < 50 %	
4	Très claire Rec < 25 %	

Exemple :

I.1.1.1 : Forêt haute de pin d'Alep dense.

II.2.1/3.1 : Matorral arboré de pin d'Alep et chêne vert dense.

2-7- La mise en page

La mise en page est l'étape finale du travail, Elle consiste à mettre tous les éléments indispensables à une carte. La carte doit contenir impérativement :

- La surface utile : c'est ou est représenté l'image carte
- L'habillage comporte :

Titre : fournit une description simple de la carte, il est très important car il est généralement la première chose a regardé sur une carte. Il doit être court, mais donne au lecteur une première idée de ce que la carte représente.

Légende : un élément standard dans la plupart des configurations. Il donne la signification des symboles et des couleurs utilisées dans la carte.

Échelle : montre la relation entre les mesures de distance sur la carte et la distance au sol réelle. Les barres d'échelle sont les plus courants et pratique. Les valeurs sont indiquées en unités de carte (mètres, pied sou en degrés).

Toponymie : le nom des lieux, ou le nom des détails impératifs pour une bonne lecture de la carte.

Orientation : (Flèche du Nord), c'est une figure montrant les principales directions (Nord, Sud, Est et Ouest) Sur une carte, elle est utilisée pour aider les gens à s'orienter eux-mêmes quand ils utilisent la carte.

Cadre : est une ligne qui définit exactement les bords de la zone indiquée sur la carte.

Date : indique quand la carte a été produite et la date de recueillement des données.

Carroyage : un réseau des parallèles de latitude et des méridiens de longitude tracés sur carte à fin de faciliter le repérage sur terrain.

2-7-1- Choix des couleurs

Pour colorée les différentes entités de notre carte nous avons référencé au système de GAUSSEN 1958, et la carte de tapis végétale et des conditions écologiques de l'Algérie de 1974 au 1/1.000.000^{e}. Les couleurs des séries de végétation par apport à leurs exigences écologiques.

- Rouge orangé pour le pin d'Alep ;
- Vert pistache pour le chêne vert ;
- Vert gazeux pour le cyprès.
- Forêt mixte représenté par des trames horizontale et verticale.

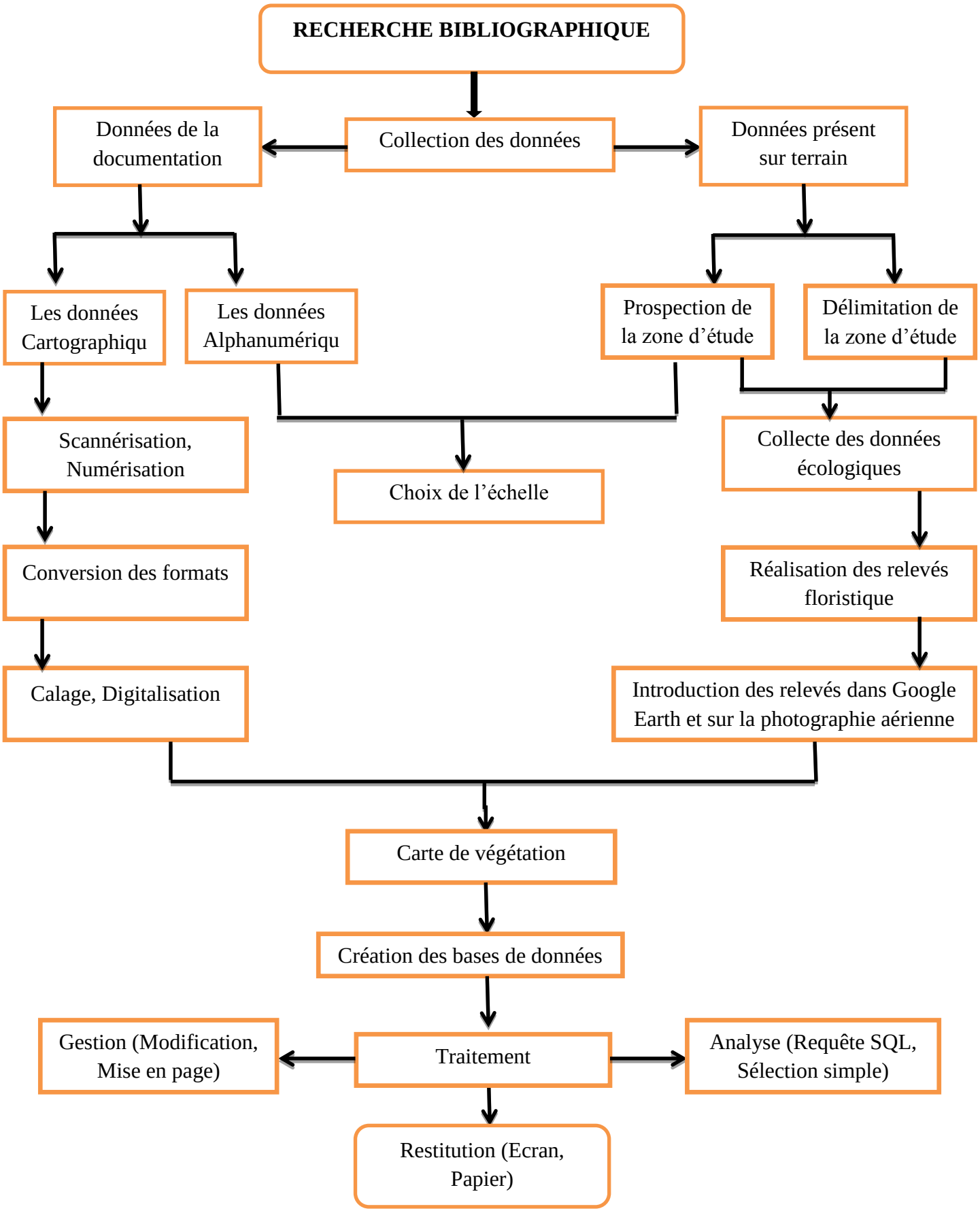


Fig.16.- : Démarche méthodologique pour la réalisation de la carte de végétation de la forêt d'Oued Chair.

CHAPITRE III

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Après la collecte et le traitement des données disponibles et nécessaires pour notre travail, la méthodologie suivie, nous a permis d'obtenir des résultats, présentés sous formes d'une carte de végétation de la forêt d'Oued Chair au 1/15.000 et de sa base de données. Leur analyse a permis de mettre en évidence certaines informations liées à la végétation de notre zone et son état actuel.

1- La carte de végétation de la forêt d'Oued Chair au 1/15.000

Sur la base d'une image satellite obtenue sur Google Earth 2016 au 1/15.000 et des photographies aériennes de la forêt aux 1/20.000 prises en 2008, et grâce à logiciel MapInfo 7.5, nous avons réalisé une carte de végétation de la forêt domaniale d'Oued Chair au 1/15.000. Elle présente les formations végétales qui constituent la forêt, leurs répartitions et leurs recouvrements (Figure 17).

2- La base de données de la carte de végétation de la forêt d'Oued Chair

La base de donnée est une matrice explicative des éléments cartographiés de la carte de végétation réalisée, elle se base essentiellement sur les relevés échantillonnées, la colonne des codes résume les quatre colonnes qui suivent (type de formation, hauteur des arbres, série de végétation et le recouvrement), ces codes nous ont facilités la lecture de la carte et de sa légende.

Cette base de données fait ressortir quatre (04) formations végétales (forêt, matorral arboré, matorral arbustif et maquis), dix-huit (18) faciès et septe (07) séries de végétation réparties sur une superficie de près de 1142 ha.

La requête SQL (Select Query Language), et par le logiciel MapInfo, nous a permis de faire ressortir les surfaces des parcelles cartographiées, afin de pouvoir procéder à l'interprétation des résultats (Tableau II, Annexe II).

3- Interprétation de la carte de végétation de la forêt domaniale d'Oued Chair

L'objectif de ce travail étant la réalisation d'une carte de végétation ainsi que la répartition de cette dernière au sein de la zone d'étude, l'interprétation des résultats de la carte permet l'évaluation de l'état actuelle de la forêt.

Carte de végétation de la forêt domaniale d'Oued chair Berrouaghia-médéa-1/15000

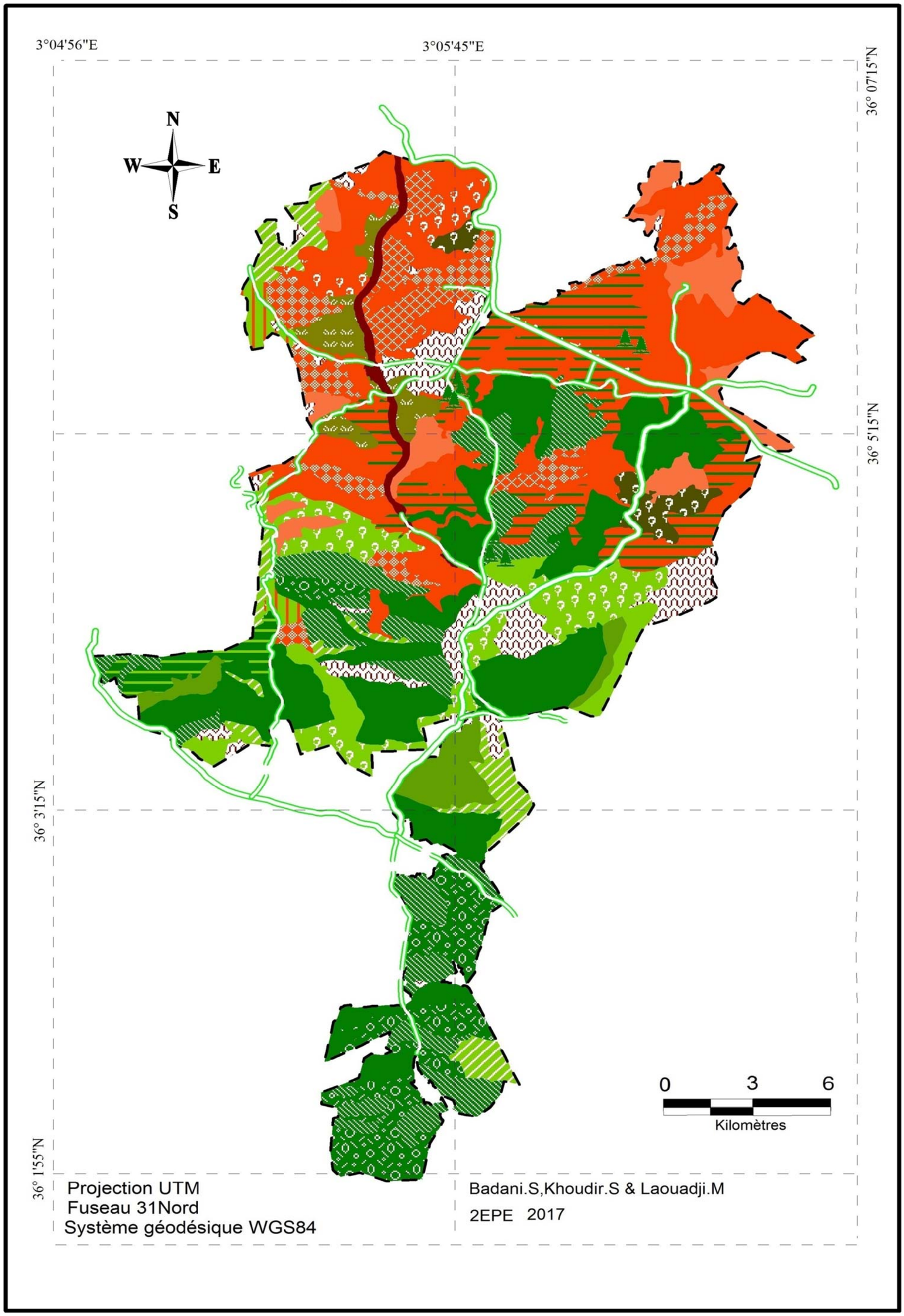
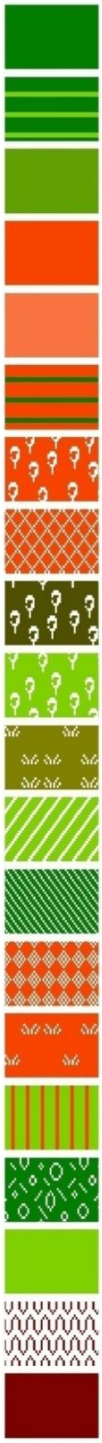


Fig.17.-: Carte de végétation de la forêt domaniale d'Oued Chair au 1/15.000

Légende de la carte



Forêt à Cupressus sempervirens

Forêt à Cupressus sempervirens et Quercus ilex

Forêt à Cupressus sempervirens un peu dense

Forêt à Pinus halepensis

Forêt à Pinus halepensis clair

Forêt à Pinus halepensis et Cupressus sempervirens

Forêt à Pinus halepensis et Juniperus oxycedrus

Maqius bas à Pinus halepensis et Rosmarinus officinalis

Maquis bas à Pistacia lentiscus et Juniperus oxycedrus

Maquis bas à Quercus ilex et Juniperus oxycedrus

Maquis bas à Rosmarinus officinalis et Globularia alypum

Maquis dégradé à Quercus ilex

Matorral arboré à Cupressus sempervirens

Matorral arboré à Pinus halepensis

Matorral arboré à Pinus halepensis et Juniperus oxycedrus

Matorral arboré à Quercus ilex et Pinus halepensis

Matorral arbustif à Cupressus sempervirens

Matorral moyen à Quercus ilex

Sol nu

Tranché Par Feu "TPF"

Réseau routier



Limite de la forêt

Piste forestière

Piste ou chemin non revêtu

Eucalyptus

3-1- Analyse de l'état actuel de la forêt

3-1-1- Identification des types des formations végétales de la zone d'étude

L'analyse de la carte de végétation réalisée nous a permis de distinguer plusieurs types de formations végétales sous formes de forêt, matorral et maquis dont l'état varie par endroit (clair et dense, dégradée et non dégradée) et à différents stades de développement. Ces dernières sont classées en fonction de certains critères : les espèces dominantes, recouvrement, la hauteur des arbres et l'état de formation (Figure 18).

L'analyse de la figure 23 montre la présence de formations végétales suivantes :

❖ **La forêt** : qui est la formation végétale dominante dans notre zone d'étude, elle occupe une superficie de 585.94 ha, donc environ de 51.30 % de la superficie totale de la zone d'étude, elle est représentée par : la forêt reboisée de pin d'Alep avec 184.03 ha, la forêt reboisée de cyprès près de 261.92 ha, la forêt mixte de pin d'Alep et cyprès environ 104.7 ha, la forêt mixte de pin d'Alep et genévrier oxycèdre occupant une surface de 17.51 ha, et la forêt de cyprès avec chêne vert couvrant une superficie de 17.78 ha. La formation forestière dans notre zone d'étude issue en grande partie des travaux de reboisement,

❖ **Le matorral arboré** : le matorral c'est le stade résultant de la dégradation de la forêt qui représente une formation dont les éléments constitutifs sont des nanophanérophytes et des chaméphytes souvent sempervirents, dont la croissance est entravée par les coupes, les incendies et le surpâturage (CRBT, 1977). Dans notre zone d'étude le matorral occupe une superficie près de 245.45 ha, et présente environ 21.49 % de la totalité de la forêt. Il est représenté par les formations suivantes :

- **Le matorral arboré à pin d'Alep** : ce matorral est répartie sur une superficie de 106.71 ha, et se trouve généralement sur les périmètres de la forêt de pin d'Alep. Cette formation est le résultat de la capacité de cette essence à se régénérée dans des parties, et traduit la pression appliquée sur la forêt de cette dernière en d'autre parties.
- **Le matorral arboré à cyprès** : ce matorral occupe une superficie de 124.53 ha, on le trouve principalement juste à coté de la forêt du cyprès. Les essences du cyprès présentent dans les matorrals arborés et dans la forêt, ont été reboisées à la même période, mais leur développement à lieu à différentes formations végétales. Cette variation est due probablement aux conditions écologiques de la zone d'étude (l'exposition, la pente et l'altitude). Qui différent d'un lieu à l'autre.
- **Le matorral arboré à chêne vert** : d'après la carte, cette formation occupe une superficie de 29.81 ha, présent dans des endroits marqués situés en périphérie de la forêt.

❖ **Le matorral arbustif** : formation à strate arbustive à cyprès couvrant une superficie de 77.34 ha, issue du reboisement dans certaines parties de la zone d'étude, et de la régénération naturelle dans d'autre parties.

❖ **Maquis** : Le maquis est une formation végétale arbustive généralement fermée, résultant de la régression. Cette formation présente dans notre zone d'étude sous forme de maquis à chêne vert et genévrier oxycèdre occupant une surface de 24.02 ha, de maquis bas à lentisque et genévrier oxycèdre couvrant prés de 19.02 ha. On remarque aussi la présence de la formation de maquis dégradé de chêne vert occupe près de 67.21 ha, elle résulte de la dégradation du couvert végétale sous l'action de divers facteurs (anthropiques et naturelles).

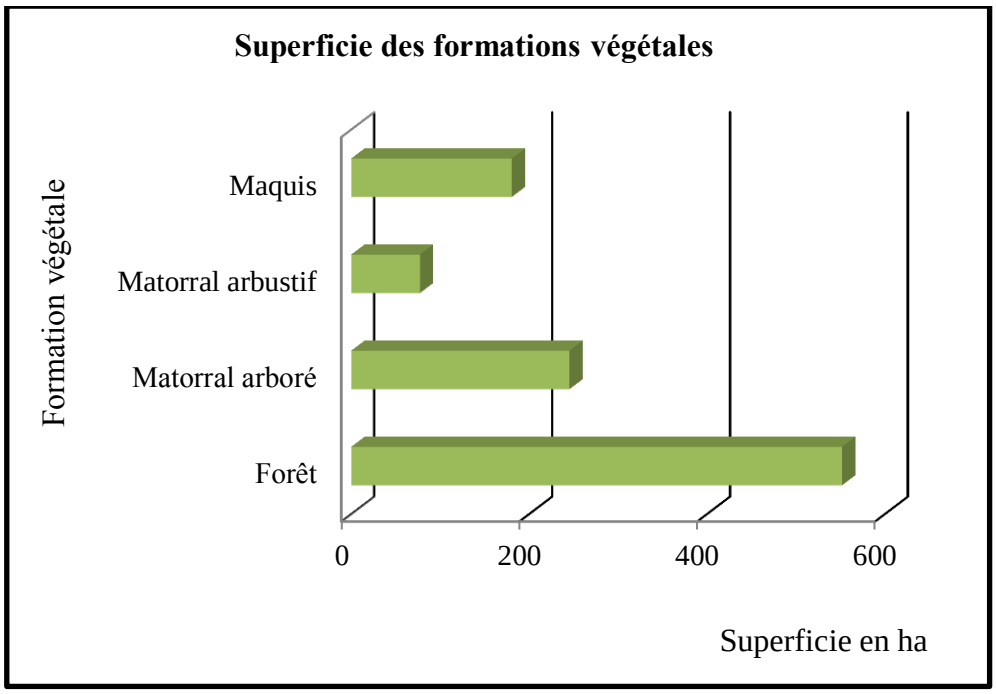


Fig.18.- : Superficie des différentes formations végétales rencontrées dans notre zone d'étude.

3-1-2- Identification des faciès végétaux de la zone d'étude

Le faciès végétal est défini comme étant une unité basée sur la dominance d'une ou deux espèces, qui présentent une structure et une physionomie particulière (TOUFFET, 1982).

Les faciès de végétation identifiés sont définis par la première et la deuxième espèce dominante. La première espèce indique généralement la dominance de l'espèce climacique ou vivace, alors que la deuxième espèce dominante exprime le faciès actuel en rapport avec les variables écologiques et surtout biotiques (DJEBAILI et *al*, 1982).

Nous avons échantillonné au niveau de la zone d'étude 60 relevés, les relevés comportent les données écologiques et floristiques des parcelles choisies, qui ont mis en évidence 18 relevées qui donnent des faciès différents et les plus représentatifs (Figure 19).

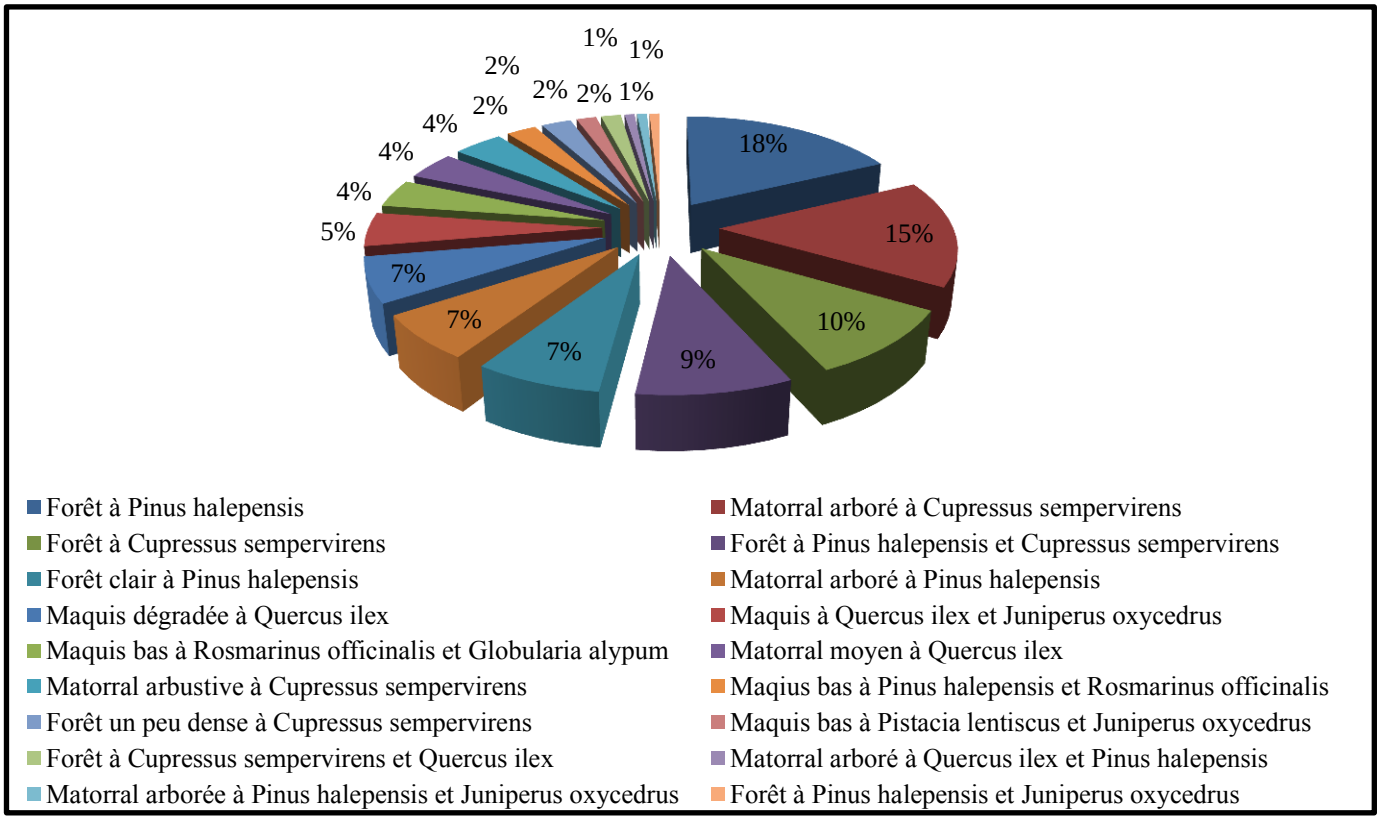


Fig.19.- : Les différents faciès existant dans la zone d'étude.

L'analyse de la carte de végétation et des résultats obtenus sur le graphe de la figure 19, montre la présence de dix-huit (18) faciès de végétation dans notre zone d'étude, avec la dominance des faciès suivants : la forêt de pin d'Alep couvrant environ 18 % de la totalité des faciès, puis on a le matorral arboré de cyprès avec un taux de 15 %. En deuxième lieu la forêt de cyprès et la forêt mixte à pin d'Alep et cyprès présentant des pourcentages de 9 à 10 %. Ces faciès occupent généralement la parties centrale de la forêt et les versants à exposition NW et NE pour le pin d'Alep et le versant NE et SW pour le cyprès. Elles sont issues des travaux de reboisement effectuées dans la zone dans les années 70.

La forêt claire à pin d'Alep, le matorral arboré à pin d'Alep et maquis de chêne vert dégradé représentent près de 7 % pour chaque faciès.

Les autres faciès comme le matorral moyen à chêne vert, le matorral arbustive à cyprès, maquis bas à lentisque et genévrier et maquis bas à pin d'Alep et romarin représentent

environ 1 à 5 %. Les derniers faciès occupant les périmètres de la forêt sont généralement issus de la dégradation de la forêt originale de la zone d'étude.

3-1-3- Identification des séries de végétation de la zone d'étude

La figure 20 représente les différentes séries de végétation qui existe au niveau de la forêt d'Oued Chair.

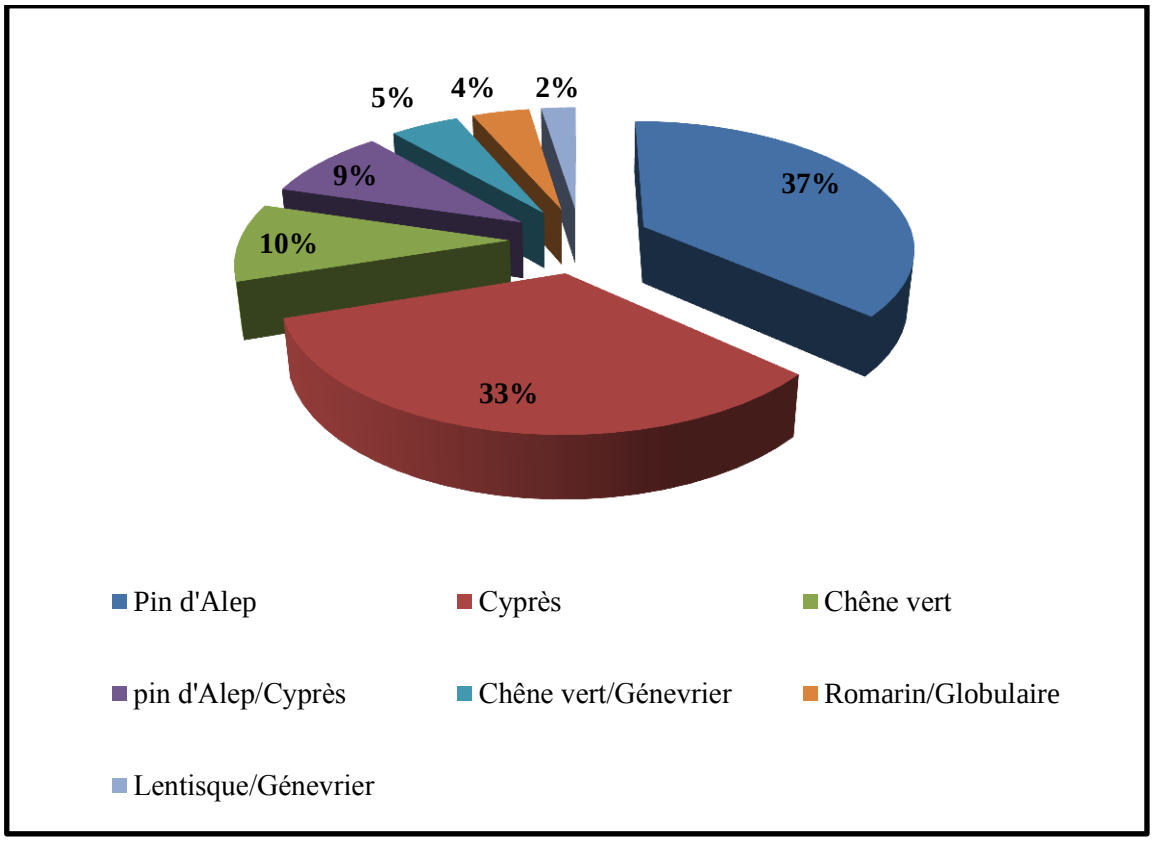


Fig.20.- : Les différentes séries de végétation rencontrée dans notre zone d'étude.

L'analyse des résultats obtenus par le graphe qui représente les différentes séries de végétation rencontrées dans notre zone d'étude, permet de distinguer une certaine diversité au niveau des séries de végétation.

- La série du Pin d'Alep répartie en différentes formations végétales (forêt, matorral arboré et arbustif et des maquis), elle représente environ 37 % du total des séries rencontrées dans la zone d'étude, avec une superficie de près de 424.48ha, ceci traduit les différents stades de développement et la variabilité au sein des conditions phytoécologiques du milieu.

Dans notre zone d'étude, cette série apparait à l'état climacique où elle occupe les basses altitudes de la forêt (800-1000 m), ce qui a été trouvé par KADIK, 1987.

Du point de vue édaphique, le pin d'Alep est une espèce indifférente à la nature du sol. Il préfère les substrats marneux et calcaro-marneux, où les sols profonds permettant une bonne pénétration du système radiculaire (QUEZEL, 1986). Dans notre zone d'étude cette essence reboisée et développée sur sol calcaro- marneux, et supporte en effet un taux élevé de calcaire (LANIER, 1986).

- La série du cyprès se présente sous forme de forêts dense, de forêts peu clairs, de matorrals arborés et arbustifs, elle représente environ 33 % du total des séries, et occupe une superficie de près de 483 ha Le cyprès constitue une espèce prometteuse pour le reboisement des zones méditerranéennes de basse altitude, fortement exposées à l'érosion et au risque d'incendies (BOUCHON, 1995). Dans notre zone d'étude cette essence reboisée pour la conservation du sol et la lutte contre l'érosion. Elle occupe généralement les hautes altitudes de la forêt (1000-1150 m).
- La série de chêne vert présente en formation assez claire (matorral arboré et maquis) de plus en plus régressive. Elle occupe les périphéries de la forêt par une superficie de 97.34 ha, cette formation issue de la dégradation de la forêt originale. Elle se retrouve également en sous bois et en association avec le pin d'Alep et le cyprès.
- La série mixte à pin d'Alep et cyprès présente sous forme de forêt, avec un taux de 9 %, et couvrent une superficie de 104.7 ha.

3-2- Les autre séries présentes à de faibles pourcentages généralement de 2 à 5 %, représentées par la série de chêne vert et genévrier, de romarin et de la globulaire et la série de lentisque et genévrier.

3-3- Les facteurs agissant sur les types et la répartition des formations végétales

3-2-1- La pente

La pente joue un rôle très important dans le développement de la végétation, elle influe sur la genèse des sols, la migration des éléments par lessivage oblique, le ruissellement et le bilan hydrique, l'enracinement des essences forestières. Au plan purement forestier, elle conditionne certains aspects de la création des infrastructures. (MEDIOUNI, 1983 ; in SADDOUKI, 2009).

L'analyse des relevés réalisés, de l'image Google Earth et des photographies aériennes de la zone d'étude, nous ont permis de distinguer les classes de pente suivantes :

- La classe 0-2 % : représente les pentes nulles à faibles, il s'agit de terrains situés sur les plaines et terrain plat, occupe la partie centrale de la forêt.

- La classe 2-8 % : pente faible, assez modéré (bas et mi-versant), occupe généralement la partie Nord-est et Sud-est.
- La classe 8-16 % : pente assez forte, sur collines et haut de versant, occupe la partie Sud et Sud-ouest de la zone d'étude.
- La classe 16-30 % : forte pente, il s'agit de pente sur djebels et de zones accidentées (les lignes de crête), occupe la partie Nord et Nord-ouest.

La répartition et le recouvrement de la végétation de la forêt étudié varié en fonction de différentes classes de pente, ce qui nous donne les résultats suivants (Figure 21) :

- **La formation forestière** : elle est rencontrée dans toutes les classes de pente, généralement pour la forêt reboisée de cyprès, qui domine sur les pente assez importante (8-16 %), sur les hauts et les mi-versants, dans la parties Sud et Sud-ouest de la zone d'étude, et représente environ 51.35 % de la totalité de cette formation, par contre, la forêt de pin d'Alep est dominante sur les pentes nulle ou faible (0-2 %) couvrant de près de 27 %, cette essence occupe la partie centrale de la zone d'étude, la classe de faible pente (2-8 %) est occupée par la forêt de pin d'Alep et genévrier oxycèdre par 18.91 %.

- **Le matorral arboré** : il domine les terrains à faible pente, pour le matorral arboré à pin d'Alep, et représente environ 66 %, la répartition de ce dernier due essentiellement à la dégradation de la forêt de pin d'Alep, où elle donne par la suite des formations préforestiers. En ce qui concerne le matorral arboré à chêne vert et le matorral arboré à cyprès, s'étalent sur les parcelles à pente assez forte et représentent respectivement près de 16 % et 33 %.

- **Le matorral arbustif** : il domine les classes à faible pente (2-8 %), à pente assez forte (6-16 %), et à forte pente (16-8 %), occupent respectivement 25 %, 25 % et 50 %. Il représente uniquement le matorral arbustif à cyprès.

- **Le maquis** : présente généralement dans les classes à pente assez modéré représente près de 75 %, et à pente assez forte environ 25 %. Il représente le maquis à genévrier oxycèdre et lentisque, maquis à romarin et globulaire et le maquis à chêne vert.

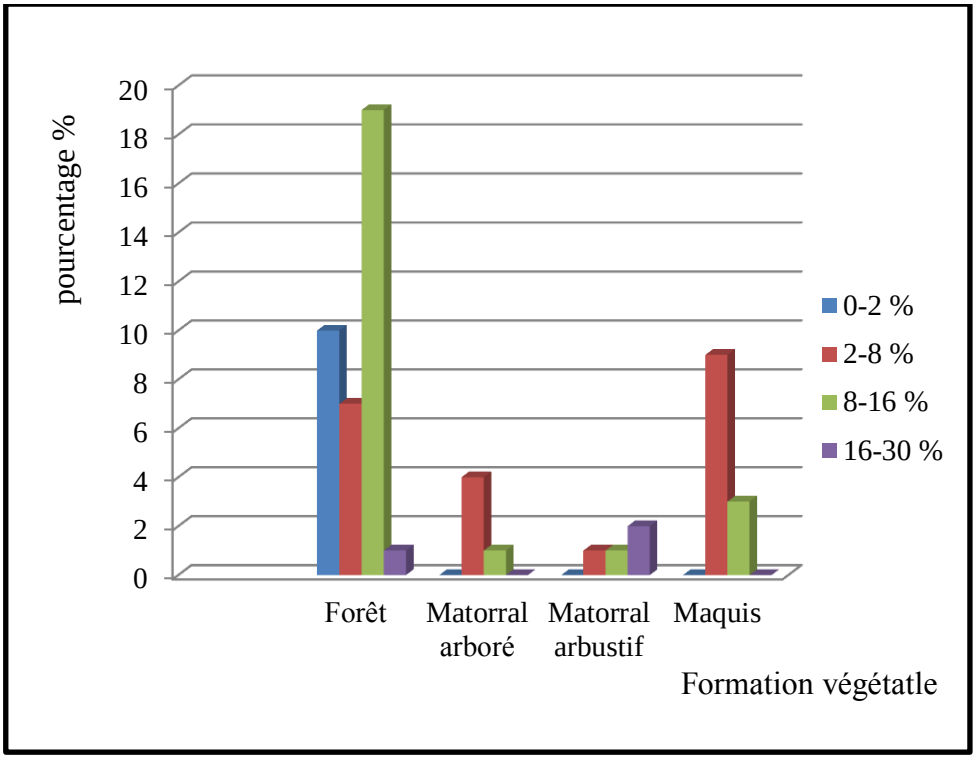


Fig.21.- : Répartition des différentes formations végétales en fonction de la pente.

3-2-2- L'exposition

L'exposition est importante par son déterminisme. Elle intervient dans La distribution et la répartition des végétaux, elle agit sur l'humidité de cette dernière d'une manière directe, et leurs inflammabilités et combustibilité d'une manière indirecte (BELMADJ-AISSA et *al*., 2002).

L'analyse des données cartographiques et des relevés terrain réalisés dans notre d'étude, nous ont permit de distinguer les résultats suivantes :

- La majorité des formations végétales se retrouvent en expositions N, W, NW et NE, où les forêts et les matorrals arborés dominant au niveau de l'exposition NW. Les matorrals arbustifs se localisent particulièrement en exposition NE. L'exposition S, SW et SE sont caractérisés par la présence quasi-totale des formations forestières.

L'exposition influe sur la disposition et la densité du couvert végétal, ainsi que sur l'érosion, et apparait que les expositions de SW et SE sont plus souffrent de l'érosion que les expositions de NW et NE. La végétation qui se trouve dans ces dernières, et plus dense et reçoit moins de lumière et de température (évapotranspiration modéré) que les expositions SE et SW.

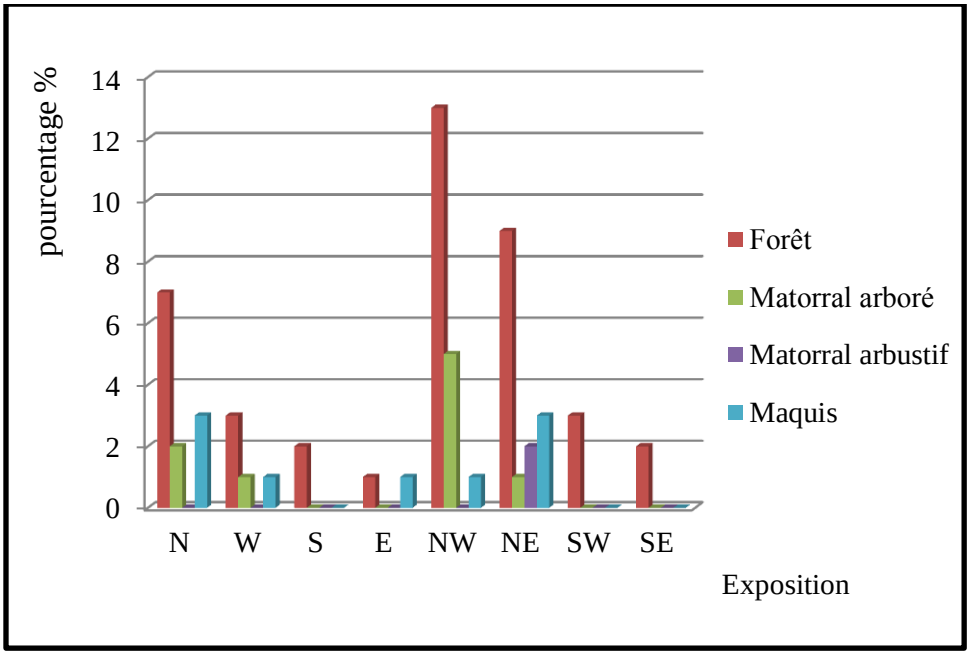


Fig.22.- : Répartition des différentes formations végétales en fonction de l'exposition.

3-2-3- L'altitude

L'altitude présente également une importance dans la distribution des végétaux. Elle intervient aussi dans la distribution quantitative des pluies, le changement de température et la réception des vents.

Nous avons pu distinguer les classes d'altitude suivantes :

- Classe altitudinale : 800-900m ;
- Classe altitudinale : 900-1000m ;
- Classe altitudinale : 1000-1100m ;
- Classe altitudinale : 1100-1150m.

L'influence du gradient altitudinal sur la variation et la répartition de la végétation ainsi que sur le recouvrement végétal de notre zone d'étude, est bien remarquable. Cette variation est due généralement aux exigences écologiques de chaque espèce.

➢ Pour la formation forestière, on remarque que le pin d'Alep support les basses altitudes, variant généralement entre 800 à 1000m, ce qui a été confirmé par KADIK (1987).

Concernant le cyprès, il se rencontre spontanément dans toutes les zones de basse altitude du pourtour méditerranéen à moins de 500m d'altitude (NICHANE, 2015). Dans notre zone d'étude, cette essence occupe une large tranche altitudinale variant de 900m jusqu'à 1150m. D'après LARBI et BELGHERBI (2007), le cyprès contribue à la protection des sols contre les

différents types d'érosion, l'érosion hydrique grâce aux racines et l'érosion éolienne comme (brise-vent), pour la forêt d'Oued Chaire, cette essence est utilisée afin de reboiser les hautes altitudes fortement exposées au risque d'érosion hydrique.

➢ Le matorral arboré présent généralement dans toutes les classes d'altitude, le plus remarquable, c'est le matorral arboré à cyprès, qui occupe les hautes altitudes de la forêt, issus en grande partie de travaux de reboisement effectué dans la zone d'étude.

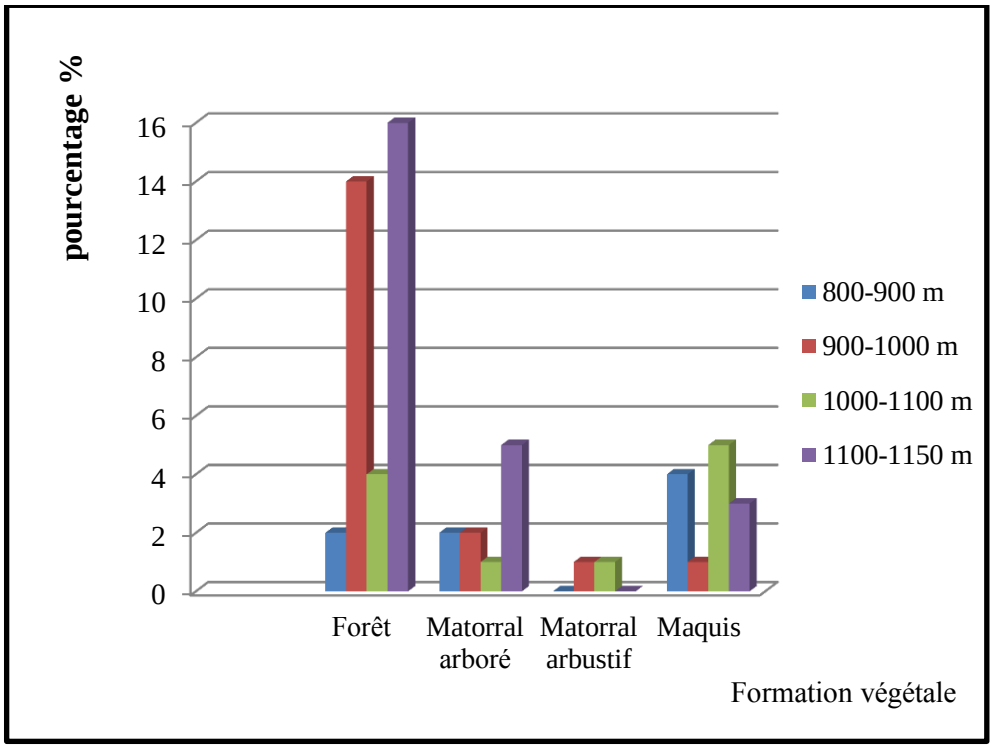


Fig.23.- : Répartition des différentes formations végétales en fonction de l'altitude.

4- L'analyse des relevés floristiques

4-1- L'analyse de la base de donnés des relevés floristiques

La base de données des relevés floristiques contient toutes les données qui caractérisent les relevés réalisés : données géomorphologiques, topographiques, écologiques et floristiques présentées dans le tableau I, Annexe II. Elle permet de faire ressortir et quantifie la richesse floristique de la zone d'étude.

4-2- 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 grand (DAGET et POISONNET, 1972). La notion de richesse floristique rend donc compte de la seule diversité de la flore, c'est-à-dire du nombre de taxons inventoriés.

4-3- La liste floristique

L'analyse des relevés floristiques établis dans les différents faciès présents dans notre zone d'étude, nous a permis d'établir une liste de 70 espèces (Tableau III, Annexe II). Cette dernière, compte 28 familles, avec la dominance de la famille des Astéracées (Composées), qui présente environ 25.71 % de la totalité des familles présente dans la forêt, puis la famille des Fabacées par 10 %. Les autres familles représentent environ 7 à 1 %.

L'analyse descriptive des 70 espèces inventoriées, à permit de dégager les différents types biologiques et biogéographiques de chaque espèce.

4-3-1- 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 du 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 de la zone d'étude exprimé par le pourcentage de chaque type biologique.

Il permet en effet d'exprimer la diversité biologique sur le plan qualitatif et de conclure sur le type d'adaptation de la formation considérée (BENGHANEM, 2009).

Le spectre biologique brut est obtenu à partir du calcul les fréquences relatives des espèces qui appartiennent au même type biologique par apport à l'ensemble des espèces de liste floristique exprimé en pourcentage : Fréquence relative Fr = Fréquence absolu F.abs/Nombre total des espèces (Tableau IV, Annexe II).

Le spectre biologique de la zone d'étude est représenté par la figure 24.

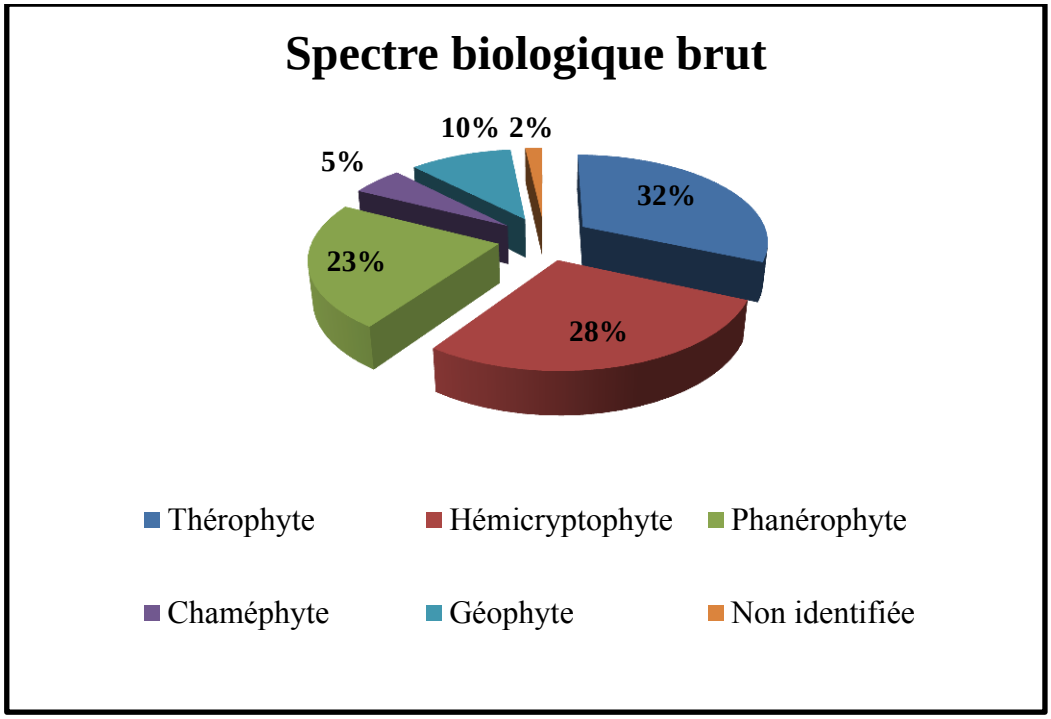


Fig.24.- : Les spectres biologiques bruts des espèces existant dans notre zone d'étude.

La figure 24 montre une importante dominance de type biologique thérophyte avec un pourcentage de 32 %, et le type biologique hémicryptophyte avec un pourcentage de 28 %. Ce qui expliqué par la géomorphologie de notre zone d'étude, qui caractérisée par un terrain tubulaire et par la présence des parcelles pentue dans une grande partie, où les végétaux de type biologique hémicryptophyte et thérophyte adaptent bien à ce critère.

Présence assez importante des phanérophytes environ 23 %, représentées par les portions des divisions suivantes (macrophanérophytes, nanophanérophytes et phanérophytes).

Présence non négligeable des géophytes qui incluent les espèces indicatrices de dégradation comme *Asphodelus microcarpus* et *Amplodesma mauritanium* occupant les espaces à stade ultime de dégradation.

4-3-2- Spectre phytogéographique ou chorologique

Le spectre chorologique brut permet d'exprimer la diversité chorologique des espèces (la distribution géographique des taxons, ainsi que les fréquences relatives de chaque élément floristiques). Il est calculé par les fréquences relatives des espèces qui appartiennent au même élément floristique par rapport à l'ensemble des espèces de la liste floristique exprimé en pourcentage (Tableau V, Annexe II).

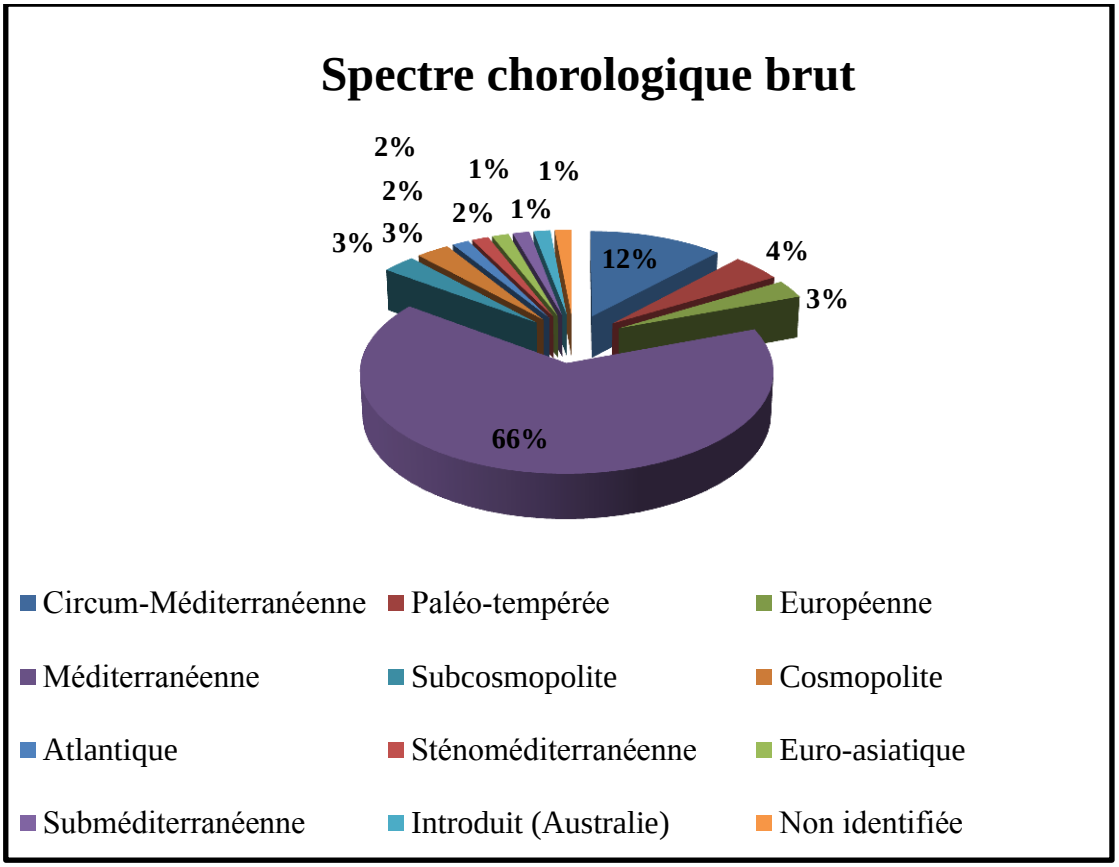


Fig.25.- : Les spectres chorologiques bruts des espèces existant dans notre zone d'étude.

D'après la figure 25, nous remarquons une dominance des éléments Méditerranéens avec 66 %, représentent les éléments Méditerranéens, Nord-Méditerranéennes et Ouest-Méditerranéennes, 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 Circum-Méditerranéenne avec un pourcentage de 12 %.

D'autres éléments sont aussi présents mais à faible pourcentage de 1 à 4 %, l'élément Européenne, Euro-asiatique, Subméditerranéen et Méditerranéen atlantique.

5- Les facteurs de dégradation de la forêt d'Oued Chair

Les facteurs de dégradation des écosystèmes forestiers sont variés, mais les plus significatifs sont les feux de forêt, aggravés par le surpâturage qui empêche le renouvellement naturel et le développement artificiel des peuplements forestiers. L'érosion des sols, qui succède aux feux, aggrave aussi les problèmes de renouvellement des peuplements (MELLOULI, 2007).

On peut classer les facteurs de dégradation de la forêt étudiée en deux grandes catégories par rapport à leurs origines (des facteurs d'origine anthropique et de facteurs d'origine non anthropique).

5-1- Les facteurs anthropiques

Dès que l'homme à maîtrisé le feu, puis pratiqué l'élevage et l'agriculture, il devient alors sédentaire et commença à modifier la végétation (SAIDI, 1984).

5-1-1- Le surpâturage

Le pâturage est un facteur important car la présence du bétail en forêt permet de la nettoyer de son bois (ACHOUR et BELKESSA, 2009), se qui limite le risque des incendies. Mais leurs présences deviennent nuisibles car ils sont redoutables pour la régénération des peuplements. Ce qui compromet leur croissance et même leur existence.

La forêt d'Oued Chair est un très fréquent par les riverains pour le pâturage (sauf au niveau des parcelles où la pente est très forte à modérée) qui oriente leurs cheptels vers la forêt pendant tous les saisons, donc il empêche les jeune plante de se régénérée et se développer.

5-1-2- Le défrichement

Durant notre travail de terrain, on a constaté un défrichement non autorisé des arbres par les populations riveraines**,** les essences les plus touchées sont le pin d'Alep pour l'utilisation du bois dans les travaux de construction et les essences de lentisque à des fins inconnues. Ces actes touchent l'équilibre de l'écosystème forestier en favorisant l'érosion, les incendies et les attaques parasitaires.

5-1-3- Sylviculture

L'application des coupes rases, des techniques des fortes éclaircies et du traitement du taillis simple et de la futaie régulière engendrent une perturbation profonde des écosystèmes forestiers. Dans la mesure où ces pratiques entrainent une modification radicale dans les structures et architectures, ainsi que dans les conditions microclimatiques et édaphiques (ARFA AZZEDINE, 2008)

Les travaux sylvicoles réalisés dans la forêt d'Oued Chair constitué généralement par simples techniques d'éclaircissement, des taillis et les travaux de l'élagage, ces opérations confiées à des entreprises qui recrutent des ouvriers non spécialisés ou bien par des gens des

forêts manquent d'expérience dans le domaine. Donc les travaux mal entrepris ont des impacts nocifs sur le plan de la conservation des forêts et de reforestation.

5-1-4- La décharge au niveau de la forêt

Plusieurs décharges sont installées par les citadins des communes de Rebaia et d'Ouled Daid (décharges fucales, les déchets de construction et les déchets industrielles), sont très fréquentes surtout dans la partie Nord-est, près de la route communale qui traverse la forêt. Ces décharges de matière organique et verrerie polluent la forêt et peuvent engendrer des incendies au sein de la forêt

5-1-5- Les incendies d'origine anthropiques

Le facteur de dégradation le plus redoutable de la forêt Algérienne et méditerranéenne, est l'incendie qui bénéficie de conditions physiques et naturelles favorables à son éclosion et à sa propagation (MISSOUMI et TADJRROUMI, 2003).

L'estimation du bilan d'incendie qui affecte la forêt d'Oued Chaire, est difficile à cause de données manquantes au niveau de la circonscription des forêts de Barrouaghia. Le travail de terrain nous a permet de faire ressortir les point suivantes :

- notre zone d'étude est couverte en grande partie par les essences résineuses, comme le pin d'Alep et genévrier, qui sont très combustible conjugué avec les conditions climatiques très sévères, surtout en période estivale, causent le déclenchement et la propagation des feux.
- La présence des espèces indicatrices des incendies comme le ciste (*Cistus salvifolius* et *Cistus monspeliensis)*.
- La présence de point d'eau (retenue collinaire) dans la partie Nord-ouest, nécessite d'être réaménagé.
- Le réseau de DFCI est composé essentiellement d'un tranché pare-feu de 3.36 km allant du Nord au Sud séparant la forêt en deux, avec des pistes presque dégradées.

5-2- Les facteurs d'origine naturelle (non anthropique)

5-2-1- L'érosion

L'érosion est l'ensemble des phénomènes exogènes résultant de l'action de l'eau et, ou du vent qui provoque l'enlèvement des couches supérieurs des sols et la dégradation des roches, dans notre zone d'étude insigne dans les terrains déboisés et sur les terrains pentus, surtout dans la partie Sud et Sud-ouest, où les sols sont soufrées de l'érosion. Ce qui engendrera un

déséquilibre dans la relation naturelle sol-eau-végétation dont les conséquences peut être très graves.

5-2-2- Les problèmes phytosanitaires

Les arbres forestiers sont attaqués par les insectes et les maladies provoquant un déséquilibre des peuplements et des pertes importantes (SADKI et NADDJRAOUI, 1995).

D'après ARFA AZZEDINE (2008), le dépérissement des forêts par l'attaque des parasites touche essentiellement la pineraie à pin d'Alep mais aussi d'autres essences telles que le cèdre, le chêne et le thuya. Dans notre zone d'étude le dépérissement est causé surtout par la processionnaire du pin d'Alep, qui constitue selon MIHI (2012), est le principal défoliateur par sucer de la chlorophylle des feuilles qui devient pâle, leur présence plus de trois années consécutive peut entraîner la mort des arbres.

On peut conclure que l'action anthropique reste le principal facteur de dégradation du couvert végétal. La conservation de ce dernier est essentielle pour assure la pérennité d'un patrimoine génétique en espèces et sous espèces essentielles pour l'avenir. Cette dernière réalisée en premier lieu par les actions de sensibilisation et l'information des populations riveraines, puis l'accélération et le renforcement des travaux de correction torrentielle qui contribuent dans la diminution de risque d'érosion, principalement dans la parcelle incendiée et enfin la régulation des pâturages en forets pour maintien de la régénération naturelle de végétation.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Au terme de ce travail, nous avons abouti à la réalisation de la carte de végétation de la forêt domaniale d'Oued Chaire dans la région de Barrouaghia à grande échelle 1/15.000, par le système d'information géographique (SIG), et de sa base de données géo-référencée.

Après l'étude, et l'analyse des différentes variables géomorphologiques, pédologiques, hydrologiques et climatiques de notre zone d'étude, on constate que notre forêt est caractérisée essentiellement, du point de vue géologique, par la prédominance de formation de Quaternaire continentale alluviale. Concernent la pédologie, elle est caractérisée par deux types de sols : les sols rendzines et les sols bruns calcaires. En ce qui concerne la géomorphologie, la forêt présente un structure physique montagneuse avec quelques parcelles à terrains plats, elle se caractérise par une orographie de direction NW et NE. Le réseau hydrologique de la zone d'étude regroupé dans l'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, elle se situe dans l'étage bioclimatique Sub-humide inferieur variante à hiver frais, avec une pluviométrie annuelle de 515 mm/an, concentrée en hiver et printemps. Tous ces variables influent d'une manière importante sur la répartition et l'écologie de la végétation forestière présente dans cette région.

La démarche méthodologique à était abordé par l'intersection des données collectées au niveau de la zone d'étude (écologiques et floristiques), avec celles qui ont été extraites à partir des images satellitaire, des photographies aériennes et de la carte de végétation établie. Ces dernières ont permit de donner une description qualitative et quantitative de la situation actuelle de la végétation de notre forêt.

Cette étude nous à permis d'aboutir aux résultats suivants :

La sélection par la requête SQL nous a quantifiée la surface de la forêt (1142 ha) et celles des formations végétales, les faciès et les séries de végétation.

L'étude à fait ressortir quatre (04) formations végétales, (forêt, matorral arboré, matorral arbustif et maquis). La formation forestière occupe environ de 51.30 % de la superficie totale de la zone d'étude, le matorral arboré présente environ 21.49 %, le matorral arbustif couvre près de 6.77 %, et le maquis présente près de 15.81 %.

Pour les faciès présents dans cette zone, nous avons obtenu dix-huit (18) faciès différents, les plus dominants sont les faciès à pin d'Alep et cyprès (formation forestière), faciès à pin d'Alep et cyprès (forêt mixte), et le faciès à cyprès (matorral arboré).

En ce qui concerne les séries de végétation, on compte septe (07) séries, les plus remarquables dans notre zone d'étude est : la série de pin d'Alep environ 37 %, et la série de cyprès représente prés de 33 % du total des séries rencontrées pour chaque série, la série de pin d'Alep avec le cyprès ou bien avec le chêne vert, les séries de chêne vert et celle à lentisque et genévrier oxycèdre…).

Nous avons également abordé les facteurs influant sur la répartition et sur le recouvrement de la végétation, sont la pente, l'exposition et l'altitude, ayant un rôle importante dans la diversité du couvert végétale.

Après l'analyse et le traitement des relevés réalisés, une liste de 70 espèces identifiées, a été établie présentant les différents types biologiques avec une dominance du type biologique Thérophytique, suivie par les Hémicryptophytes, qui caractérisent les formations dégradées. La présence non négligeable des géophytes incluant les espèces indicatrices de dégradation tell que *Ampelodesma mauritanium* et *Asphodelus microcarpus*, qui occupent les espaces à stade ultime de dégradation, concernant les spectres chorologique, nous remarquons la dominance des éléments méditerranéens, circum-méditerranéens et ouest- méditerranéens.

Après prospection du terrain et analyse de la carte élaborée, nous avons pu évaluer l'état actuel de la forêt domaniale d'Oued Chaire comme suit :

- C'est une forêt issue des travaux de reboisement et la régénération naturelle, fait apparaitre trois types de formation végétale (forêt, matorral arboré et matorral arbustif).
- Le pin d'Alep et le cyprès occupent la quasi-totalité de la forêt, au contraire on remarquant la régression de la série de chêne vert.
- La forêt fait face aux facteurs sérieux de dégradation d'origine naturelle, anthropiques et problèmes phytosanitaires, entrainant la dégradation des formations forestiers et laissant place aux formations préforestières et les maquis.

Ce travail mérite d'être approfondi et complété par une étude plus détaillé concernant :

- Une amélioration et une restauration des parcelles dégradées (reboisement et travaux de conservation des sols) ;

- Aménagement des pistes pour faciliter la tache et l'accessibilité à la forêt ;
- Elaboration d'une base de données (climatique, édaphique, floristique et socio-économique), ce qui permettra une meilleure l'enrichissement de celle-ci par les différentes requêtes utilisées et qui vont jouer un rôle important dans les études de planification et de gestion ;
- Trouver des solutions biologiques aux problèmes phytosanitaires rencontrés.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABDELBAKI A., 2012 : Utilisation des SIG et la télédétection dans l'étude de la dynamique du couvert végétale dans le sous bassin versant d'Oued Boughedfine (Wilaya de Chlef), Mémoire de Magister, en Ecopédologie, Eau et Environnement, Univ Hassiba ben Bouali Chlef, 90p.

ACHOUR S., et BELKESSA, 2009 : Etude de dynamique de la forêt a chêne kermès de la région de Tipaza (sous l'image de divers facteurs de dégradation), un cas particulier de la dégradation, fertilisation, 98p.

ALIFRIQUE M., 1995 : La Cupressacée endémique de *Cupressus atlantica* Gaussen, un espace près steppique de montagne menacé dans le Haut Atlas Occidental marocain. France, 163 – 172p.

ANRH 2016 : Les données météorologiques des stations de Médéa, Berrouaghia et Beni-Slimane.

ARBEZ M., 1987 : Les ressources génétiques forestières en France. Tome 1 : les conifères. Paris : INRA et BRG, 236p.

ARFA AZZEDINE M .T., 2008 : Les incendies de forêt en Algérie : stratégies de prévention et plans de gestion, Mémoire de Magistère, Univ Mentouri Constantine, 124p.

ARFAOUI N., 2002 : Etude de comportement des Cyprès dans les arboretums. Mémoire de fin d'étude du cycle de technicien supérieur. ISPT. Tabarka, 54 p.

ASPINALL R.J., 1999: Aninductive modeling procedure based on bayes theorem for anzlysis of pattern in spatial data, International journal of Geographie Information Systems. 105-121p.

BAGNOULS F., et GAUSSEN H., 1953: Saison sèche et indice xérothermique. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse : 193-239p.

BARRY J.P., et FAUREL L., 1968 : Carte de végétation de l'Algérie au 1/500.000. Feuille de Ghardaia. Institut National de la carte de végétation. Univ Alger.

BARRY J.P., et CELLES J.C., 1974 : Carte de tapis végétal et des conditions écologiques IGN.

BARRY J.P., CELLES J.C., et FAUREL L., 1974 : Carte de tapis végétal et des conditions écologiques IGN.

BECKER M., PICARD J.F., et TIBAI J., 1982 : Larousse des arbres et arbustes de l'Europe Occidentale. Ed. Larousse, Paris, 330 p.

BELHADJ-AISSA A., SMARA Y., et BELHADJ-AISSA M., 2002 : Application des nouvelles technologies pour la prévention et la gestion des feux de forêts, séminaire national sur la prévention et la lutte contre les incendies de forêts, Batna, Algérie, 16p.

BELOUAHEM-ABED D., 2012 : Etude écologique des peuplements forestiers des zones humides dans les régions de Skikda, Annaba et El Taref (Nord-Est algérien) Option: Ecologie et Environnement, 27-32p.

BENABDELAH et LARIBI, 2010: Application des directives du PAP/CAR et des outils SIG pour l'évaluation de l'érosion hydrique et la définition des facteurs causaux dans la partie aval du bassin versant de l'Oued Amzaz. Univ Sidi Mohammed Ben Abdallah, Fès, 115 p.

BENGHANEM N., 2009 : Etude écologique des formations à Acacia tortiliss sp. Raddiana dans la région de Beni Abbès (Wilaya de Béchar). Thèse de Magistère. USTHB Alger. 68p.

BENHANIFIA K., 2003: Etude comparative des données Alsat 1 et Landsat ETM+ pour l'évolution de l'état des forêts dans la région Ouest-Oran, Actes des journées techniques : Alsat 1/ Utilisateurs Alsat 1, 04 et 15 Juillet 2003-Algérie.

BENJAMAA, 2004 : Les insectes xylophages et leur rôle dans le dépérissement du cèdre de l'Atlas (Cedrus atlantica). Endl, Carrière dans le Hautes et le Moyen Atlas (Maroc), thèse de Doctorat, Univ Mohamed –V- Agdal, Rabat, 107p.

BENMESSAOUD H., 2009 : Etude de la vulnérabilité a la désertification par des méthodes quantitatives numérique dans le massif des Aurès (Algérie), thèse de Doctorat, Univ de BATNA. 227p.

BENSAID A., 2006 : SIG et télédétection pour l'étude de l'ensablement dans une zone aride (le cas de wilaya de Naama-Algérie). Thèse de Doctorat en géographie, Univ Es. Senia Oran-Algérie 325p.

BENTOUATI A., OUDJEHIH B., et ALATOU D., 2005 : Croissance en hauteur dominante et classes de fertilité du pin d'Alep (Pinus halepensis Mill.) dans le massif

d'Ouled-Yakoub et des Beni-Oudjana (Khenchela Aurès). Sciences & Technologie C. 23: 57-62p.

BERTRAND G., 1966 : Pour une étude géographique de la *végétation Rev. Geog. Sud Oust*, 37(2), 129-145p.

BNEDER, 2008 : Les cartes de la Wilaya de Médéa (la carte des classes de pente, la carte des classes d'altitude et la carte des bassins versants) au 1/700.000.

BONNEAU M., et TIMBAL J., 1983 : Définition et cartographie des stations. Conception Française et étrangères. Ann. Sci. Forest. 30 (3) :201-218p.

BORDIN P., 2002 : SIG concepts, outils et données, Paris, Hermès Science Publication ISBN 2-7462- 0554-8, 257 p.

BOUCHENEB N., 2000 : Première données sur l'étude de la végétation de la région de Tamanrasset (Ahaggar). An. Rech. For. Algérie. 1999-2, 3-22p.

BOUCHON J., 1995 : Architecture des arbres fruitiers et forestiers. Ed. INRA, Paris, 237-253p.

BOUDY P., 1955 : Economie forestière Nord-Africaine. Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Tome IV. Ed. Larose. Paris.483p

BOUZENOUNE et MEDIOUNI, 1983 : les principaux concepts cartographiques et leurs applications. Bulletin de la Soc. Hist Nat. Afr. Nord, 109-130p.

BROCHIER J., 1996 : L'urbanisation et la relation à l'environnement dans les oasis du Nefzaoua le cas d'El Faoua. DEA, Univ Paul Valéry-Montpellier-III,121p.

CABAUSSEL G., 1967 : Photo-interprétation et synthèse écologique. Essai d'application à la feuille de Grenoble (1/100.000). Documents pour la carte de la végétation des Alpes, Laboratoire de biologie végétale de l'Université de Grenoble, 127-172p.

CALVARY G., PRIBEANU C., SANTUCCI G. et VANDERDONCKT J., 2008 : Computer-Aided Design of User Interfaces V – Sixth International Conference of Computer-Aided Design of User Interfaces 2006, Bucharest, Romania. Springer.

CAMRMEL Y., et KADMON R., 1998: Computerized classification of Mediterranean vegetation using panchromatic aerial photographs. *Journal of vegetation Science*, 9: 445-454p.

COUREL M. F., 1985 : Étude de l'évolution récente des milieux sahéliens à partir des mesures fournies par les satellites. Thèse de doctorat d'état, publication IBM France, 288-300p.

COUREL M. F., 1988 : Albédo et pluies dans le sahel. Actes des journées de climatologie. Dijon.

C.R.B.T 1977 : Rapport phytoécologique et pastoral des hautes plaines steppiques de la wilaya de Saida. Alger. C.R.B.T., 256p.

DAGET Ph., 1977 : Le bioclimat méditerranéen : caractères généraux, mode de caractérisation. Végétation, *Vol. 34,1* : 1-20p.

DAGET Ph., et POISONNET H., 1972 : Un procédé d'estimation de la valeur pastorale des pâturages. Fourrages, 49 : 31-39p.

DAGNELIE, 1973 : Théorie et méthodes statistique, volume 01 : la statistique descriptive et les fondements de l'inférence statistique. Gembloux, 378p.

DAJOZ R., 1985 : *Précis d'écologie.* Edit. Dunod Paris 505 p.

DELAUNAY A., et LEPOUTRE B., 1982 : Intérêt de la photographie aérienne pour la reconnaissance et la délimitation des faciès forestiers Applications à la gestion forestière, revue forestière française, vol. XXXIV, n° 2, 1982, 119p.

DENEGRE J., et SALGE F., 2004 : Les systèmes d'information géographique, Que sais je? Presses Universitaires de France, Paris, no 3, 122-128p.

DESHOYES M., CHERY J.P., 2000 : SIG définition et contraintes de mise en place, in forêt méditerranéenne, Tome XXI, n°1, Mars 2000, Ed foresterrannée 99, 67-68p.

DGF, 2015 : Plan national de reboisement, de la Wilaya de Médéa.

DGF, 2016 : La faune et la flore de la zone d'étude.

DGF, 2016 : Plan d'aménagement de la forêt de Barrouaghia.

DJEBAILI S., 1984 : la steppe algérienne, phytosociologie et écologie. Ed. O.P.U. Alger171 p. Diplôme de magister en biologie option physiologie végétal 2014 (contribution a l'analyse phytoécologique de la région d'Ain Sefra (Naama).par Mr Gordo Belkacem.

DJEBAILI S., ACHOUR H., AIDOUD F., KHELIF H., 1982 : Groupes écologiques et édaphique dans les formations steppiques du Sud-oranais. In : Biocénose 1, 7-61p.

DJELLOULI Y., 1981 : Étude climatique et bioclimatique des hauts plateaux du sud oranais (Wilaya de Saida). Thèse de Doctorat, 3ème cycle USTHB, Alger.

DSA, 2016 : Carte pluviométrique de la Wilaya de Médéa au 1/700.000.

DUBOIS D., RESCHE-RIGON P., et TENIN A., 1997 : Des couleurs et des formes : catégories perceptives ou constructions cognitives, à paraître dans Catégorisation et cognition, de la perception au discours, Paris, Kimé, 17-40p.

EMBERGER L., 1955 : Une classification biogéographique des climats, Rec.Trav. Lab. Geol. Bot. Zool. Fasc.Sci. Montpelier, France, 544p.

ESTIENNE P., et GODARD A., 1970 : Climatologie. Armand Colin, Paris, 368p.

FONTES J.CH., GONFIANTINI R., et CONRAD G., 2005 : Etude isotopique de la nappe du Continental Intercalaire et ses relations avec les autres nappes du Sahara septentrional. Isotopes. Techn, in ground water hydrology Vol 1, 227-241p.

FOSA., 2000 : L'Etude prospective du secteur forestier en Afrique (FOSA), Présentation de la forêt algérienne. Consistance globale et caractéristiques de la forêt algérienne 2-5p.

FRANCIS D.A., 1957 : Utilisation de la photographie aérienne dans les forêts tropicales. *Unasylva* 11, 107-114p.

GAUSSEN H., et VERNET A., 1958 : Carte internationale du tapis végétale au 1/1000000e notice de la feuille de Tunis-Sfax. Bull. Serv. Carte phytogéographie. 1-34p.

GELLINI R., et GROSSONI P., 1979 : Aspetti botani cidellagenere Cupressus. *Il Cipresso*, 27-43p.

GILLIOT, 2000 : Introduction aux SIG. Introduction & information spatiale. DAA AGER Département AGER. Institut National Agronomique Paris-Grignon.

GIRARD M. C. et GIRARD C.M., 1999 : Application de la télédétection à l'étude de la biosphère, Masson, Paris, 186p.

GRANDI M., 1996 : Méthodes de cartographie thématique, Application. Ingénieur d'état en écologie. 6-11pp.

GUINET Ph., 1954 : Carte de végétation de l'Algérie au 1/200.000. Feuille de Beni-Abbes. Institut Géographique National. Paris.

GUINOCHET M., 1973 : La Phytosociologie. Coll. Ecologie n°l, Masson édit., Paris, 227p.

GUONOT M., 1969 : Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson et cie Paris, 314p.

HABERT E., 2000 : Institut de recherche pour développement. Laboratoire de cartographie appliquée - Élisabeth HABERT - IRD – 2000.

HADDOUCHE I., 2002 : Caractérisation d'une région steppique par télédétection cas de la région de Mecheria, Algérie. Univ de Tlemcen, Algérie, 9p.

HALIMI H., 1999 : L'Atlas Blidéen, climat et étages de végétation, O.P.U., Alger, 523p.

HALIMI H., 1980 : L'Atlas Blidéen, climat et étage de végétation. Off.pub.Univ d'Alger, 314p.

HUBERT et MOY L., 2004: Occupation du sol et télédétection : l'inventaire à la modélisation prédictive, Mémoire d'habilitation a dirigé des recherches. Univ de Renne2-Haute Bretagne.

HUETZ DE LEMPS A., 1970 : La végétation de la terre. Initiation aux études de Géo. Masson & Cie, Paris.

INCT, 2008 : La carte topographie de la zone d'étude (Beni-Slimane 73 Ouest) au 1/25.000 et les photographies aériennes appartienne la forêt à l'échelle de 1/20.000.

JOLY F., 1976 : La cartographie. Paris, Presses universitaires de France, collection Magellan, no 34, 276p.

JOLY F., 1985 : *La cartographie*, collection Que sais-je ?, PUF, No 937, 127p.

JULVE PH., 1986 : Problèmes conceptuels dans la définition des unités de perception du paysage végétal en rapport avec la géomorphologie. Coll. Phytosoc., 13 : 65-84. Végétation et géomorphologie, Bailleul 1985.

KADIK L., 1987 : contribution à l'étude du pin d'Alep (*pinus hepensis* Mill). En Algérie : écologie, dendrométrie et morphologie. O.P.U. Alger ,580p.

KASSAS M., 1953: Land forms and plant cover in the Egyptian desert. Bull. Soc. Géog. D'Égypte, 26, 193-205p.

KHOUDIR S., 2012 : Etude de la désertification dans la région du Hodna (Wilaya de M'sila). Mémoire de Magistère, en Ecologie et Environnement, USTHB, 105p.

KHOUDIR S., et TRAORE Y., 2003 : Cartographie des unités paysagères de la région de Mécheria, Mémoire d'ingénieur, Ecosystèmes forestiers et steppiques. USTHB, 69p.

KOUALI H., 2015 : Étude et optimisation de la régénération de Cupressus atlantica G. par des techniques d'ingénieries écologiques/Perspectives de gestion et réhabilitation des espaces dégradés. Mémoire de Master en gestion et conservation de la biodiversité. Univ Sidi Mohamed ben Abdellah, Maroc, 4-52p.

KOUIDRI R., 1999 : Quantification de l'érosion en ravine sur deux microbassins versant ; Kef Boukhelil (Ouzra) et Ain Azerou (Souaghi), publication I.N.R.F., 14-15p.

LAALA A., 2009 : comportement des semis de Pin d'Alep sous contraintes thermique Mémoire. Magistère en Biologie Végétale, Option Ecophysiologie et biotechnologie végétale. Univ MENTOURI CONSTANTINE, 145p.

LAAROUK, 1998 : Atlas de l'Algérie et du monde, Alger, 131p.

LANIER L., 1986 : Précis de sylviculture. Edition E.N.G.R.E.F. Nany, 384p.

LAPIE G., 1909 : Étude phytogéographique de la Kabylie du Djurdjura, Université de Paris, Delagrave éd., 1909, 156 p. (Thèse de doctorat en Sciences).

LARBI M.Y., 2000 : Cartographie de la forêt périurbaine de Harouza (Tizi–Ouzou) : approche morphopédologique et physionomique de la végétation .Thèse de magister. Univ Tizi Ouzou.76p.

LETREUCH-BELAROUCI., 1991 : Les reboisements en Algérie et leurs perspectives d'avenir. O.P.U., Vol I et II, 641p.

LONG G., 1974 : Diagnostique phytoécologique et aménagement du territoire .Ed. Masson et Cie, 247p.

LONGLEY F., GOODCHILD M., MAGUIRE D., et RHIND D., 2004: Geographic Information Systems and Science 2nd Edition, 65p.

LOVETT A., et APPLETON K., 2008: GIS for Environmental Decision-Making, CRC Press; 1 edition (ISBN-10: 0849374235), 99p.

MADANI S., 2011 : carte de végétation de la forêt domaniale Bouarbi à Dellys (Boumerdès) avec les systèmes d'informations géographiques (SIG), Mémoire de master en biologie spécialité : Ecologie, Biodiversité, Evolution et Conservation. Univ M'hamed Bougara, Boumerdès, 50p.

MAIRE R., 1926 : Principaux groupement végétaux d'Algérie. Alger, 12p

MANIERE R., 1987 : Télédétection spatiale et aéroportée et système d'information géographique géocodée sur l'environnement : principes généraux et étude de quelques domaines d'applications. Univ d'Aix-Marseille III, Thèse de doctorat d'état.

MEDIOUNI K., BOUZENOUNE A., et DJEBAILI S., 1981 : Les principaux concepts cartographie et leurs applications. Document N°4, centre de recherche sur les ressources biologiques terrestres, Alger, 28p.

MEDJNOUN A., 2014 : Analyse, caractérisation, prévision et modélisation du comportement des argiles gonflantes, Thèse de doctorat en Géotechnique, Univ de Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou-Algérie 66-67p.

MELLOULI M.S., 2007 : Politique forestière nationale et stratégie d'aménagement et de développement durable des ressources forestières et alfatières. Alger, 100p.

MEZALI M., 2003 : Rapport sur le secteur forestier en Algérie. 3ème session du forum des Nations Unies sur les forêts, 9p.

MICLE., 1997 : Ministère de l'intérieur, des collectivités locales et de l'environnement, secrétariat de l'état chargé de l'environnement (Décembre 1997). Elaboration de la stratégie nationale pour la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité biologique, 27p.
MIHI A., 2012 : La forêt de Zenadia (Haute Plaine Sétifienne), Diagnostic et perspective de protection, Mémoire de Magister en Biodiversité et Gestion des Ecosystèmes, Univ Farhat abbas Sétif, 115p

MISSOUMI A., et TADJROUNI K., 2003 : SIG et imagerie Alsat pour la cartographie du risque d'incendie de forêt, 2nd FIG Régional Conférence Marrakech, Morocco, Déc, 2-5p.

MONOGRAPHIE, 1978 : Monographie de la wilaya de Médéa, Aout 1978. Service de l'animation et de la planification économique.

MONOGRAPHIE, 2010 : Monographie de la wilaya de Médéa, 2010. Direction de l'environnement.

NAHAL B., 1986 : Taxonomie et aire géographique des pins du groupe halepensis. Option Méditerranéenne, Séries. Etude CIHEAM 86/1; 1-9p.

NICAULLAUD B, BRISSONN, KING D, RUGET F., RIPOCHE D., et DARTHOUT R., 1992 : A crop model for land suitability evaluation :a case study of the maize crop in Franch , Euro-Pean journal of agronomy ,1 (3) :163-175p.

NICHANE M., 2015: Contribution à l'étude du dépérissement du Cyprès vert (Cupressus Sempervirens L.) dans les monts des Traras occidentaux (Wilaya de Tlemcen). Mémoire de doctorat, laboratoire de recherche, 186p.

ONM 2016 : Les données météorologiques de station de Médéa.

OUAHMANE, 2007 : Rôles de la mycorhization et des plantes associées (lavande et thym) dans la croissance du cyprès de l'Atlas (Cupressus atlantica G.) : conséquences sur la biodiversité rhizosphérique et la réhabilitation des milieux dégradés, 8-9p.

OZENDA P., 1986 : La cartographie écologique et ses applications .Ed. Masson et Cie.160 p.

PARDE J., 1957 : La production des forêts de pin d'Alep en France. E.N.E.F, Vol. 15, 369-417p.

PEGUY C., 1970 : Précis de climatologie, vol. (1), 2ème édition, Masson, Paris, 468p

POISSONNET J., 1969 : Étude comparée de diverses méthodes d'analyse de la végétation des formations herbacées denses et permanentes. Conséquences pour des applications agronomiques. CNRS Montpellier doc N°50, 120p.

PRODON R., et LEBRETON J.-D., 1994 : Analyses multivariées des tableaux espèces-milieu: structure et interprétation écologique. Vie et Milieu 44 : 69-91p.

QUEZEL P., 1986 : Les pins du groupe "Halepensis" Ecologie, Végétation, Ecophysiologie, Options Méditerranéennes Série Etude CIHEAM 86/1.11-24p.

QUEZEL P., BARBERO M., et RIVAS-MARTINEZ S., 1981 : Contribution à l'étude de groupement forestiers et pré forestiers du Maroc. phytocoenologia 9(3) : 311-412p.

QUEZEL P., et BARBERO M., 1992 : Contribution à l'étude des groupements forestiers et pré-forestiers du Maroc Oriental. Studia Botanica, 10/57-90, Salamanca.

QUEZEL P., et SANTA S., 1962-1963 : Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales .Paris, C.N.R.S.

RAMADE F., 1984 : Eléments d'écologie (Ecologie fondamentale). Ed. Mc, Graw-Hill. Paris 397p.

RAUNKIAER C., 1905: Biological type with reference to the adaptation of plants to survive the unfavorable season. In Raunkiaer, 1-2p.

SADDOUKI, 2009 : Contribution à l'étude phyto-écologique des formations forestières dans la Daïra de Sidi Boubekeur (Forêt domaniale de Tafrent) Wilaya de Saida.

SADKI N., 1988 : Contribution à l'étude des groupements à olivier et lentisque de la région d'Annaba. Thèse de Magister USTHB, Alger, 213p.

SADKI N., et NADDJRAOUI D., 1995 : Analyse floristique et phytogéographique d'une région de l'Atlas saharien constantinois, les gorges du Ghouffi (Algérie). Acta Botanica Gallica.

SAIDI N., 1984 : Dynamique de la végétation du maquis dans les chaines de Dj de Zerouela et de Dj bou-zerga (Atlas tellien), mémoire ingénieur, ENSA, El Harrach, Algérie, 131p. **SANTA S., et DAUMAS P., 1948 :** Carte de la végétation de l'Algérie au 1/20 000. Feuille Bosquet-Mostaganem. Ed. I.N.G., Paris.

SEIGUE A., 1985 : La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes. Maison neuve et larose Edition. Paris. 502p.

SELTEZER P., 1946 : le climat de l'Algérie. Travaux de l'institut de météorologie et de physique du globe de l'Algérie. Université d'Algérie, 220p.

TIR, 2008-2009 : Climagramme d'Emberger. Analyse et correction dans quelques stations météorologiques de l'Est algérien. Thèse de Magistère en Ecologie et Environnement. Université Mentouri de Constantine, 99p.

TOUFFET J., 1982 : Rapport phytoécologique et pastoral (Wilaya de Djelfa) Bp 12, Alger-gare.

VIDAL F., et HUBSCHMAN J., 1992: Conception "Une base de données images pour la cartographie assistée par ordinateur, explication sous logiciel de traitement d'image de télédétection, In : Gestion de l'Espace Rural et Système d'information Géographique, éd. Par Buche, P., King, D. et Lardon, S., INRA, France.

WALTER H., 1974 : Die Vegetation Osteuropas, Nord undZentralasiens. Fischer, Stuttgart, 452p.

WU W., 2003 : Application de la géomatique au suivi de la dynamique environnementale en zone arides-exemple de la région de Nouakchott en Mauritanie, de Ningxia nord et du Shaanxi nord.

WU J., et PLATINGA A.J., 2003: The influence of public open space on urban spatial structure, *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 46, 288-309p.

Webographie:

[Site 1] www.univ uQaq/bibliothèque.com : Université uQaq, bibliothèque, Source : Comité français de cartographie. UQAC 2013.

ANNEXES

Annexe I : Les cartes

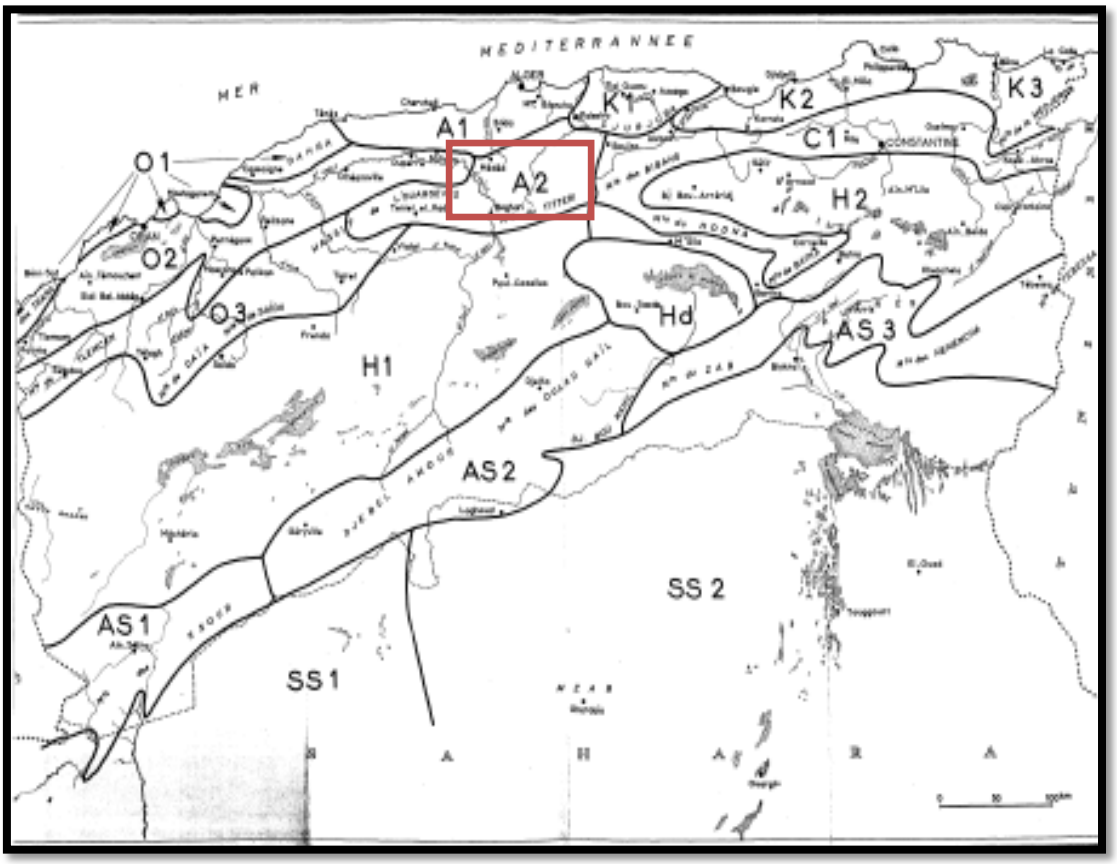


Fig.1.- : Carte phytogéographique de l'Algérie selon QUEZEL et SANTA 1963.

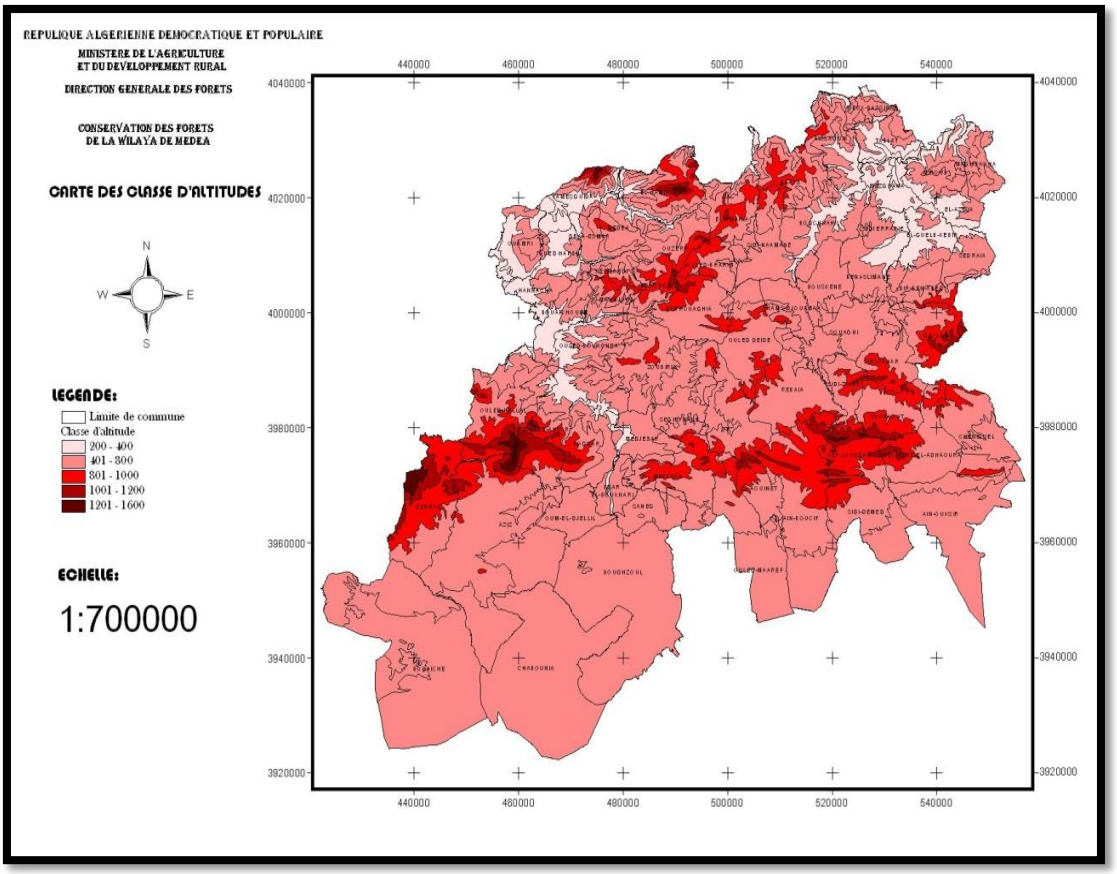


Fig.2.- : Carte des classes d'altitudes de la wilaya de Médéa (BNDER, 2008).

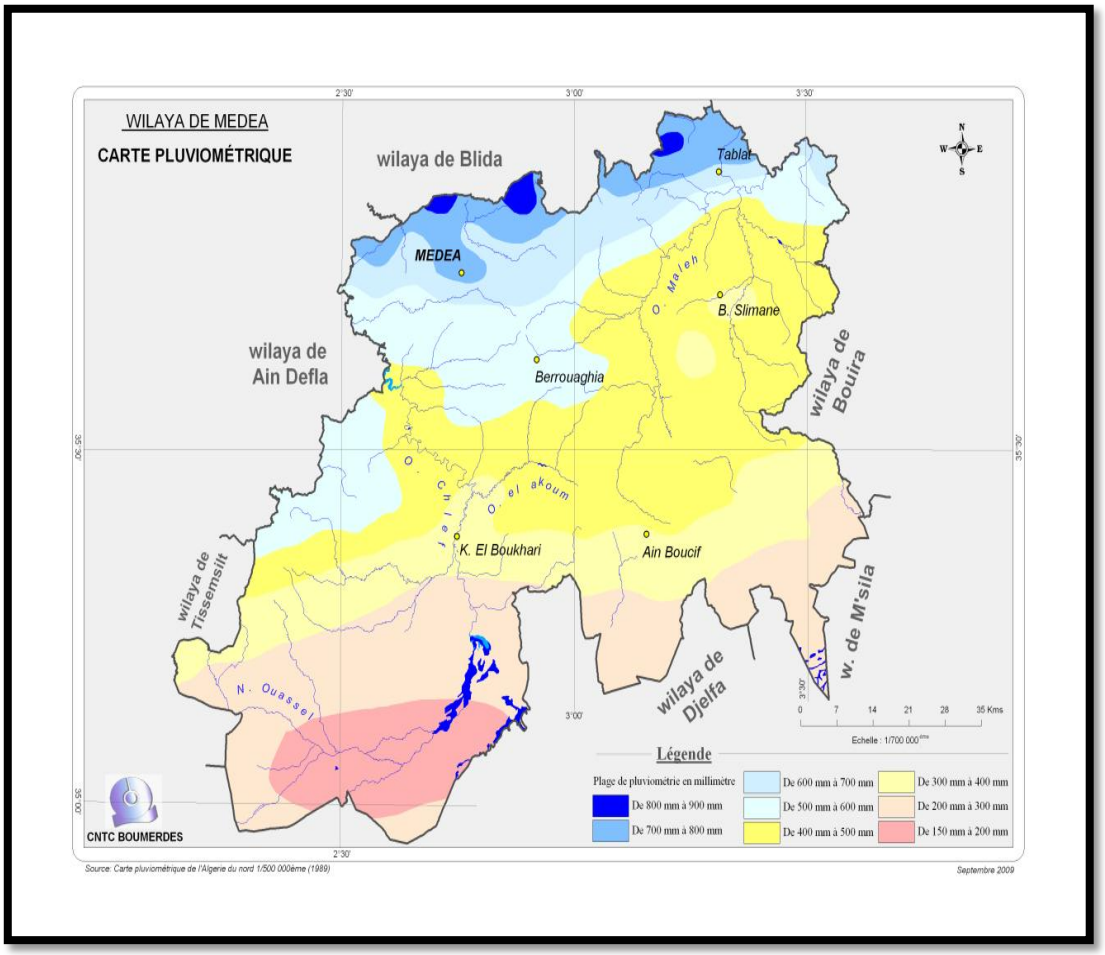


Fig.3.- : Carte pluviométrique de la Wilaya de Médéa (DSA, 2016).

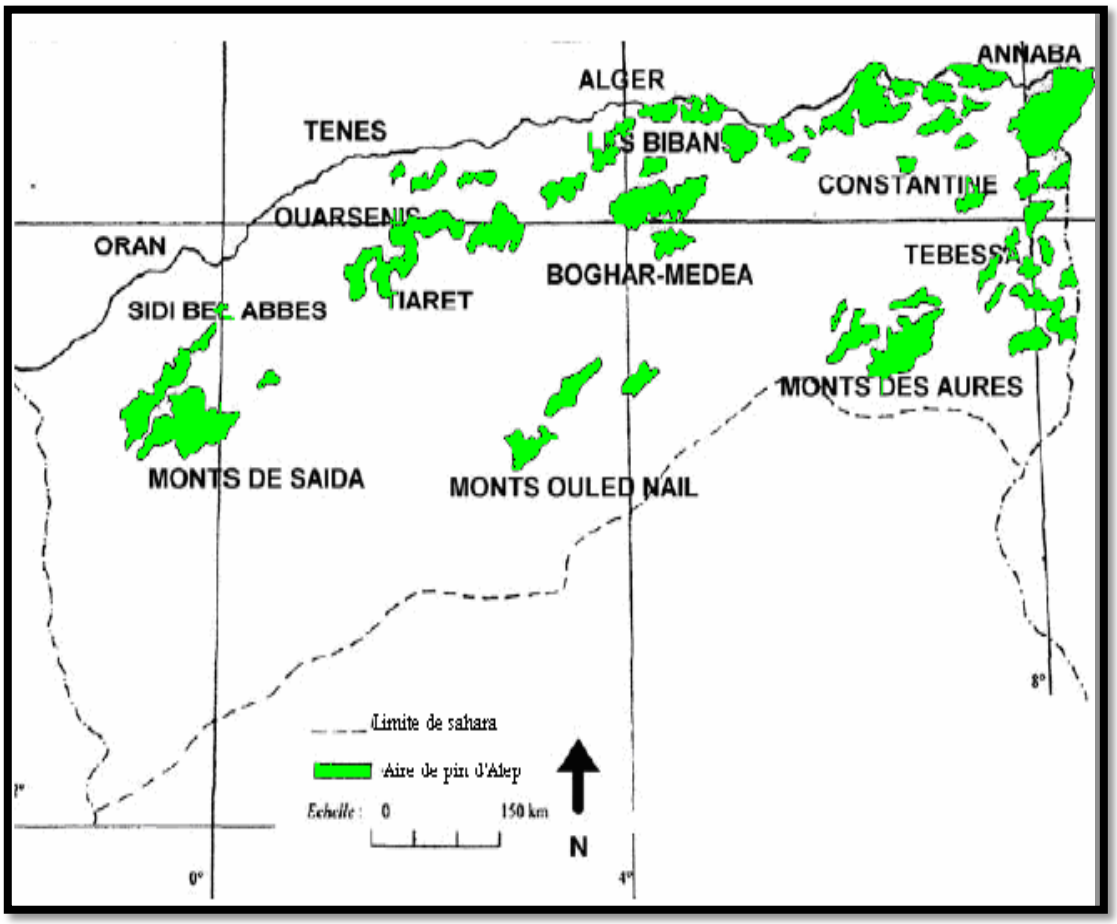


Fig.4.- : Carte d'aire de répartition du pin d'Alep en Algérie, SEIGUE (1985).

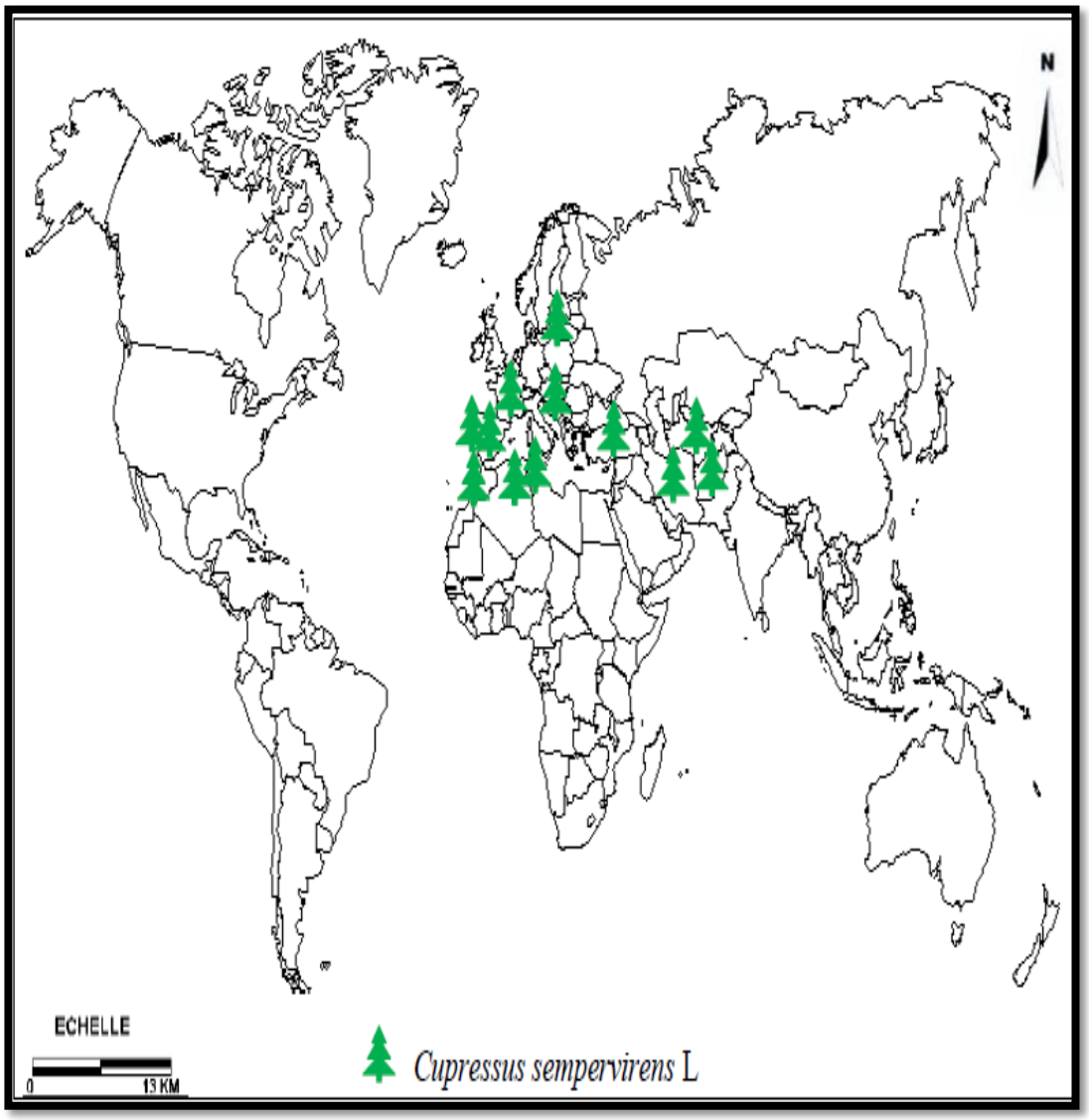


Fig.5.- : Carte d'aire de répartition du cyprès dans le monde (LAAROUK, 1998 ; in NICHANE, 2015).

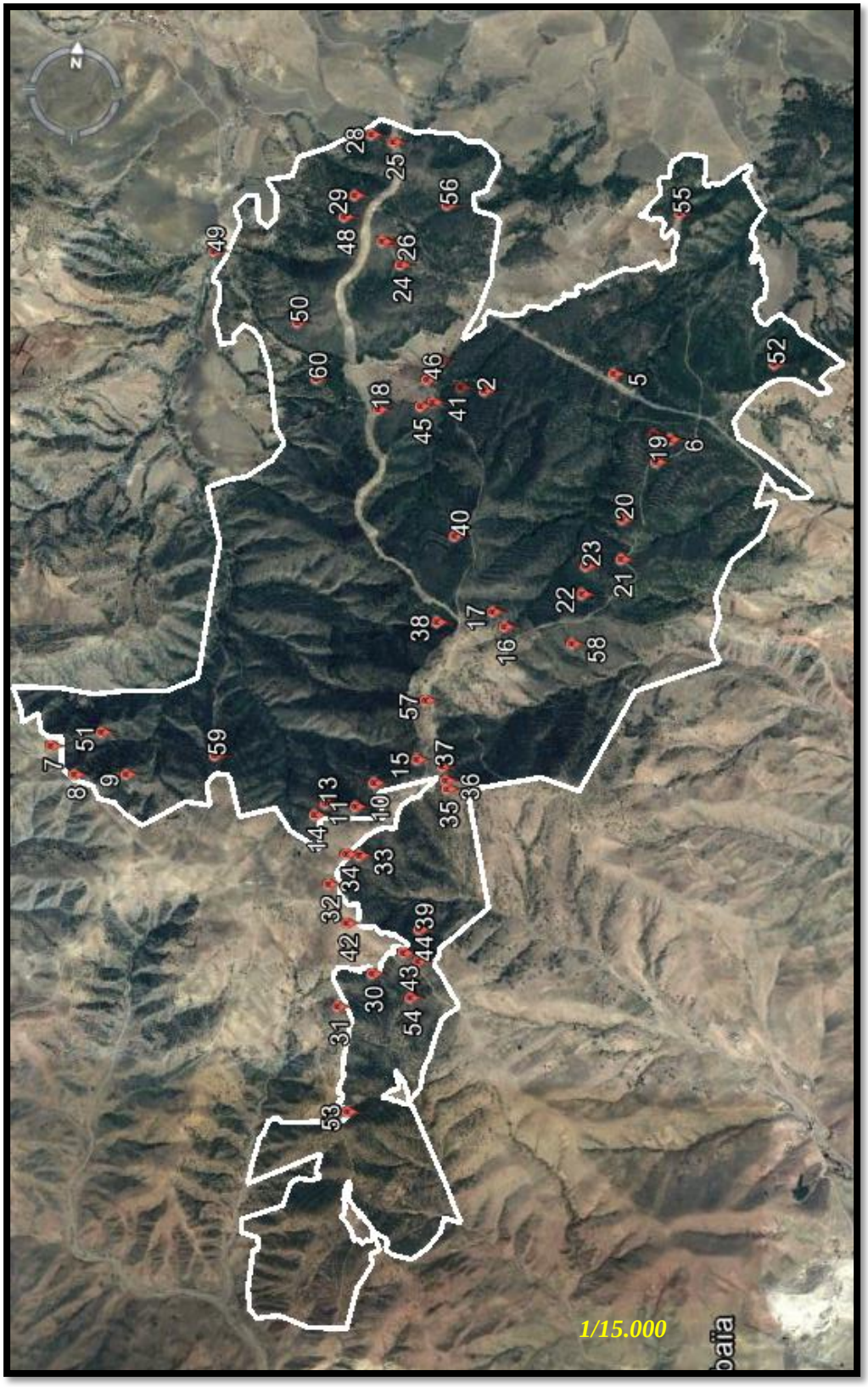


Fig.6.- : Introduction des relevés floristique dans Google Eauth.

Annexe II : Les tableaux

Formulaire d'inventaire Ecologique et phytososciologique de la végétation forestière	Numéro : Date : Auteur :

Localisation		
Latitude Longitude	Altitude Lieu dit	Pente Exposition

Formation végétale		
Forêt Maquis Matorral	Matorral arboré Matorral arbustif Matorral buissonneux	Pelouse Pelouse arborée Pelouse arbustive Pelouse buissonneuse

Caractères géomorphologiques et topographies		
1. Terrain plat 2. Sommes vif 3. Sommet arrondi 4. Replat 5. Haut de versant	6. Mi versant 7. Bas de versant 8. Dépression ouvert 9. Dépression fermée 10. Escarpement	11. Zone d'épandage 12. Oued 13. Dune 14. Falaise 15. Autre

Recouvrement du sol (Rec %) en pourcentage de la surface du sol	
Végétation Sol/nu Blocs	Roche mère affleurant Cailloux Litière

Erosion	
Hydrique 1. Par nappe (forte, modérée et faible) 2. Par rigoles 3. Par ravinée 4. Glissement	Eolienne 1. Faible 2. Moyenne 3. Forte

Forêt	**Matorral / Maquis**	**Recouvrement %**
< 15 m haute 10 <H< 15 m moyenne 7 <H< m basse	4<H<7 m haute 2<H<4 m moyen 0.6<H<2 m bas H<0.6 m très bas	Rec % >75% Dense 50< Rec % <75% ass. Clair 25< Rec % <50% Clair 0< Rec % < 25% très Clair.

Etage de végétation	Série de végétation
Thermo méditerranéen Méso- méditerranéen Supra- méditerranéen Ora- méditerranéen	Pin d'Alep Chêne vert Cyprès Genévrier/Lentisque Autre

Formation végétale simple ou complexe
Formation simple
Formation complexe composé de plusieurs éléments structuraux
1e élément structural
2e élément structural
3e élément structural

Espèce Dominante	
1ème espèce	3ème espèce
2ème espèce	4ème espèce

Abondance/Dominance
5 : Nombre quelconque d'individus – recouvrement > 3/4 de la surface de référence (>75%).
4 : Recouvrement entre ½ et ¾ (50-75% de la surface de référence).
3 : Recouvrement entre ¼ et ½ (25-50% de la surface de référence).
2 : Recouvrement entre 1/20 et ¼ (5-25% de la surface de référence).
1 : Recouvrement < 1/20, ou individus dispersés à couvert jusqu'à 1/20 (5%).
+ : Peu d'individus, avec très faible recouvrement.
r : Rare.

Liste des espèces	**Ab/Do**	**Chorologie**	**Types biologique**

Tableau I : Les relevés floristiques réalisés.

Date	N° R	Lat-DMS	Lat_DD	Log_DD	Log_DMS	Altitude	Pente	Exposition	Géomorphologie	Erosion
22.03.2017	1	36.4.48	36.08	3.09889	03.5.56	972	5%	NW	Bas de versant	Faible
22.03.2017	2	36.4.48	36.08	3.10028	03.6.1	974	1%	NE	Plat	Faible
22.03.2017	3	36.4.41	36.0781	3.11222	03.6.44	956	12%	SSW	mi-versant	Faible
22.03.2017	4	36.4.42	36.0783	3.11111	03.6.40	944	3%	SW	mi-versant	Faible
22.03.2017	5	36.4'53	36.0101	3.10833	03.6.30	931	1%	NW	Haut de versant	Moyen
22.03.2017	6	36.4.41	36.0781	3.11222	03.6.44	983	17%	NE	Haut de versant	Moyen
01.04.2017	7	36.3.36	36.06	3.075	03.4.30	1101	1%	W	Mi versant	Faible
01.04.2017	8	36.3.31	36.0586	3.07639	03.4.35	1109	14%	N	Haut de versant	Moyen
01.04.2017	9	36.3.32	36.0589	3.07972	03.4.47	1111	11%	NE	Haut de versant	Moyen
01.04.2017	10	36.3.32	36.0589	3.095	03.5.42	1146	3-5%	NW	Haut de versant	Moyen
01.04.2017	11	36.3.28	36.0578	3.09417	03.5.39	1137	3-5%	SE	Bas de versant	Moyen
01.04.2017	12	36.3.29	36.0581	3.09222	03.5.32	1138	12%	WSW	Mi versant	Moyen
01.04.2017	13	36.3.28	36.0578	3.09222	03.5.32	1144	3-5%	WSW	Haut de versant	Moyen
01.04.2017	14	36.3.26	36.0572	3.09167	03.5.30	1133	8-10%	NW	Mi versant	Moyen
01.04.2017	15	36.3.37	36.0603	3.09778	03.5.52	1156	3%	SW	Haut de versant	Moyen
01.04.2017	16	36.4.3	36.0675	3.1025	03.6.9	1100	3%	WSW	Haut de versant	Faible
01.04.2017	17	36.4.6	36.0683	3.10167	03.6.6	1104	14%	NW	Mi versant	Moyen
01.04.2017	18	36.4.43	36.0786	3.09389	03.5.38	996	4-6%	SE	Bas de versant	Faible
01.04.2017	19	36.4.36	36.0767	3.11139	03.6.41	966	2-3%	N	Plat	Faible
01.04.2017	20	36.4.23	36.0731	3.10944	03.6.34	1023	8-10%	N	Haut de versant	Moyen
01.04.2017	21	36.4.17	36.0714	3.10972	03.6.35	1023	3-5%	NE	Haut de versant	Moyen
01.04.2017	22	36.4.10	36.0694	3.10722	03.6.26	1051	8-10%	N	Mi versant	Faible
01.04.2017	23	36.4.15	36.0708	3.1075	03.6.27	1051	8-10%	E	Mi versant	Faible
05.04.2017	24	36.5.10	36.0861	3.09472	03.5.41	979	2-3%	NW	Mi versant	Faible
05.04.2017	25	36.5.34	36.0928	3.09361	03.5.37	990	2%	NW	Plat	Faible
05.04.2017	26	36.5.14	36.0872	3.09333	03.5.36	1006	5%	NW	Mi versant	Faible
05.04.2017	27	36.5.14	36.0872	3.09389	03.5.38	992	2%	NW	Plat	faible
05.04.2017	28	36.5.35	36.0931	3.09222	03.5.32	950	30%	N	Mi versant	Moyen
05.04.2017	29	36.5.23	36.0897	3.09139	03.5.29	1007	7%	SE	Mi versant	Faible
05.04.2017	30	36.2.57	36.0492	3.09556	03.5.44	1115	8-10%	NE	Mi versant	Faible
08.04.2017	31	36.2.51	36.0475	3.09361	03.5.37	1120	8-10%	SW	Mi versant	Faible
08.04.2017	32	36.3.13	36.0536	3.09278	03.5.34	1128	8-10%	SE	Haut de versant	Faible
08.04.2017	33	36.3.19	36.0553	3.09444	03.5.40	1134	11%	NW	Mi versant	Faible
08.04.2017	34	36.3.19	36.0553	3.09361	03.5.37	1151	11%	NW	Haut de versant	Faible
08.04.2017	35	36.3.32	36.0589	3.09972	03.5.59	1149	8-10%	N	Haut de versant	Faible
08.04.2017	36	36.3.34	36.0594	3.09944	03.5.58	1156	1-2%	NW	Sommet arrondi	Faible
08.04.2017	37	36.3.36	36.06	3.09917	03.5.57	1143	8-10%	NE	Mi versant	Faible
08.04.2017	38	36.4.3	36.0675	3.09833	03.5.54	1131	13%	NE	Mi versant	Moyen
08.04.2017	39	36.3.6	36.0517	3.09833	03.5.54	1136	11%	SW	Mi versant	Moyen
08.04.2017	40	36.4.19	36.0719	3.09917	03.5.57	1141	5-6%	SW	Haut de versant	Faible
08.04.2017	41	36.4.45	36.0792	3.09722	03.5.50	967	3%	NE	Bas de versant	Faible
12.04.2017	42	36.3.6	36.0517	3.09389	03.5.38	1129	11%	SW	Haut de versant	Moyen
12.04.2017	43	36.3.1	36.0503	3.0975	03.5.51	1127	1-2%	WNW	Plat	Faible
12.04.2017	44	36.3.0	36.05	3.09861	03.5.55	1125	1-2%	WNW	Plat	Faible
12.04.2017	45	36.4.44	36.0789	3.09639	03.5.47	992	5-7%	NW	Mi versant	Faible
12.04.2017	46	36.4.49	36.0803	3.09667	03.5.48	976	2-3%	NW	Plat	Faible

12.04.2017	47	36.4.53	36.0814	3.0975	03.5.51	967	1%	NW	Plat	Faible
12.04.2017	48	36.5.18	36.0883	3.09083	03.5.27	1021	5%	E	Haut de versant	Moyen
12.04.2017	49	36.5.12	36.0867	3.08278	03.4.58	883	8%	NE	Bas de versant	Moyen
12.04.2017	50	36.4.59	36.0831	3.08833	03.5.18	968	8-10%	SW	Mi versant	Faible
12.04.2017	51	36.3.39	36.0608	3.07778	03.4.40	1059	16%	SW	Mi versant	Faible
15.04.2017	52	36.4.57	36.0825	3.11861	03.7.7	927	3%	NW	Plat	Faible
15.04.2017	53	36.2.31	36.0419	3.09472	03.5.41	1068	8-10%	SW	Mi versant	Faible
15.04.2017	54	36.2.53	36.0481	3.09806	03.5.53	1099	14%	NE	Mi versant	Faible
15.04.2017	55	36.5.24	36.09	3.11194	03.6.43	884	5-7%	NW	Dépression	Faible
15.04.2017	56	36.5.22	36.0894	3.09722	03.5.50	921	8%	N	Bas de versant	Faible
15.04.2017	57	36.3.48	36.0633	3.09806	03.5.53	1135	7-8%	SW	Mi versant	Moyen
15.04.2017	58	36.4.41	36.0781	3.10694	03.6.25	1043	11%	N	Mi versant	Faible
15.04.2017	59	36.3.36	36.06	3.085	03.5.6	1109	8%	SSW	Mi versant	Faible
15.04.2017	60	36.4.48	36.08	3.08972	03.5.23	966	1-2%	SW	Plat	Faible

Etage de végétation	Série de végétation	Formation de végétation	Hauteur des arbres m	Recouvrement %
Méso méditerranéen	Pin d'Alep	Forêt	7-9m	Dense 75-80%
Méso méditerranéen	Cyprès	Forêt	7- 10m	Dense 85-90%
Méso méditerranéen	Pin d'Alep	Forêt	7-12m	Dense 85-90%
Méso méditerranéen	Pin d'Alep	Forêt	7- 10m	Dense 70-80%
Méso méditerranéen	Pin d'Alep	Forêt	7- 10m	Dense 85-90%
Méso méditerranéen	Pin d'Alep/Chêne vert	Matorral arbustif	2-4m	Dense 75%
Méso méditerranéen	Cyprès	Forêt	7-9 m	assez claire 60%
Méso méditerranéen	Cyprès	Forêt	7-10m	Dense 75%
Méso méditerranéen	Cyprès	Matorral arboré	4-7m	assez claire 60%
Méso méditerranéen	Chêne vert	Maquis bas	1-2m	Claire 40%
Méso méditerranéen	Cyprès	Forêt	7-12m	Dense 85%
Méso méditerranéen	Cyprès	Forêt	7-9m	Dense 85%
Méso méditerranéen	Cyprès	Matorral arboré	4-7m	Claire 30%
Méso méditerranéen	Chêne vert /Genévrier	Maquis bas	1-2.5m	Dense 85-90%
Méso méditerranéen	Chêne vert	Maquis dégradé	1-2m	Claire 30 %
Méso méditerranéen	Chêne vert /Genévrier	Maquis dense	1.5-3.5m	Dense 70 %
Méso méditerranéen	Chêne vert	Matorral arboré	4-7m	Dense 85%
Méso méditerranéen	Romarin/Globulaire	Maquis bas	1-2m	Dense 95%
Méso méditerranéen	Pin d'Alep/Cyprès	Forêt	7-9 m	Dense 85%

Méso méditerranéen	Lentisque/Genévrier	Maquis bas	0.5-1.5m	Dense 95%
Méso méditerranéen	Lentisque/Genévrier	Maquis bas	1-2.5m	Dense 95%
Méso méditerranéen	Pin d'Alep/Cyprès	Forêt	7-9m	Dense 85-90%
Méso méditerranéen	Cyprès	Forêt	7-9 m	Dense 85-90%
Méso méditerranéen	Pin d'Alep	Matorral arboré	4-7m	Dense 80%
Méso méditerranéen	Pin d'Alep	Forêt	7-12m	Dense 85%
Méso méditerranéen	Pin d'Alep	Maquis bas	1-2.5m	Dense 75-80%
Méso méditerranéen	Pin d'Alep	Forêt	7-12m	Dense 85-90%
Méso méditerranéen	Pin d'Alep	Forêt	7-12m	Dense 85-90%
Méso méditerranéen	Romarin/Lentisque	Maquis Bas	0.5-2m	Dense 80-85%
Méso méditerranéen	Cyprès	Forêt	7-9m	Dense 75%
Méso méditerranéen	Cyprès	Forêt	7-9m	Dense 85-90%
Méso méditerranéen	Cyprès	Forêt	7-8m	Dense 75%
Méso méditerranéen	Cyprès	Forêt	7-9m	Dense 60- 65%
Méso méditerranéen	Cyprès	Matorral arboré	4-7m	Dense 60-65%
Méso méditerranéen	Chêne vert	Matorral bas	1-2.5m	Très claire 25%
Méso méditerranéen	Cyprès	Forêt	7-8m	Dense 85%
Méso méditerranéen	Cyprès	Forêt	7-10m	Dense 85-90%
Méso méditerranéen	Pin d'Alep	Forêt	7-12m	Dense 85%
Méso méditerranéen	Cyprès	Forêt	7-9m	Dense 80-85%
Méso méditerranéen	Cyprès	Matorral arboré	4-7m	Dense 80%
Méso méditerranéen	Pin d'Alep	Forêt	7-9m	Dense 85-90%
Méso méditerranéen	Cyprès	Forêt	7-9m	Dense 85%
Méso méditerranéen	Cyprès	Forêt	7-8m	Dense 70%
Méso méditerranéen	Cyprès	Forêt	7-9 m	Dense 60-65%
Méso méditerranéen	Lentisque/Félaria	Matorral arboré	4-7m	Dense 85%
Méso méditerranéen	Pin d'Alep	Forêt	7-10m	Dense 85%
Méso méditerranéen	Pin d'Alep	Forêt	7-12m	Dense 85-90%
Méso méditerranéen	Romarin/Lentisque	Maquis bas	0.5-2m	Dense 75-80%

Méso méditerranéen	Genévrier/Lentisque	Matorral arboré	4-7m	Dense 60-65%
Méso méditerranéen	Romarin/Globulaire	Maquis Bas	0.5-2m	Dense 80%
Méso méditerranéen	Chêne vert /Genévrier	Matorral arbustif	1-2.5m	Dense 70%
Méso méditerranéen	Pin d'Alep	Forêt	7-9m	Dense 85%
Méso méditerranéen	Cyprès	Forêt	7-8m	Dense 80%
Méso méditerranéen	Cyprès	Forêt	7-8m	Dense 70%
Méso méditerranéen	Pin d'Alep	Forêt	7-10m	Dense 85%
Méso méditerranéen	Pin d'Alep/Genévrier	Matorral arboré	4-7m	Dense 70%
Méso méditerranéen	Chêne vert /Genévrier	Maquis moyen	1-2.5m	Dense 70%
Méso méditerranéen	Romarin/Globulaire	Maquis Bas	0.5-2m	Dense 70%
Méso méditerranéen	Cyprès	Forêt	7-10m	Dense 85%
Méso méditerranéen	Pin d'Alep	Forêt	7-10m	Dense 85-90%

Première espèce dominante	**Deuxième espèce dominante**	**troisième espèce dominante**	**quatrième espèce dominante**
Pinus halepensis	*Juniperus oxycedrus*	*Pistacia lentiscus*	*Rosmarinus officinalis*
Cupressus sempervirens	*Pistacia lentiscus*	*Phillyrea angustifolia*	*Juniperus oxycedrus*
Pinus halepensis	*Juniperus oxycedrus*	*Pistacia lentiscus*	*Rosmarinus officinalis*
Cupressus sempervirens	*Pinus halepensis*	*Pistacia lentiscus*	*Phillyrea angustifolia*
Pinus halepensis	*Pistacia lentiscus*	*Phillyrea angustifolia*	*Globularia alypum*
Quercus ilex	*Phillyrea angustifolia*	*Pinus halepensis*	*Cistus monspeliensis*
Cupressus sempervirens	*Thymus vulgaris*		
Cupressus sempervirens	*Quercus ilex*	*Juniperus oxycedrus*	*Asphodelus microcarpus*
Cupressus sempervirens	*Juniperus oxycedrus*	*Ampelodesma mauritanicum*	*Asphodelus microcarpus*
Quercus ilex	*Marrubium vulgare*		
Cupressus sempervirensê	*Quercus ilex*	*Juniperus oxycedrus*	*Phillyrea angustifolia*
Cupressus sempervirens	*Quercus ilex*	*Asphodelus microcarpus*	
Cupressus sempervirens	*Asphodelus microcarpus*	*Juniperus oxycedrus*	
Quercus ilex	*Juniperus oxycedrus*	*Ampelodesma mauritanicum*	*Cistus salvifolis*
Quercus ilex	*Genista scorpius*	*Cistus monspeliensis*	*Asphodelus microcarpus*
Quercus ilex	*Juniperus oxycedrus*	*Asphodelus microcarpus*	*Cistus salvifolis*
Quercus ilex	*Quercus ilex*	*Juniperus oxycedrus*	*Rosmarinus officinalis*
Rosmarinus officinalis	*Globularia alypum*	*Pistacia lentiscus*	*Marrubium vulgare*
Pinus halepensis/Cupressus sempervirens	*Phillyrea angustifolia*	*Globularia alypum*	*Pistacia lentiscus*
Pistacia lentiscus	*Juniperus oxycedrus*	*Rosmarinus officinalis*	*Globularia alypum*
Pistacia lentiscus	*Juniperus oxycedrus*	*Marrubium vulgare*	*Globularia alypum*
Pinus halepensis/Cupressus sempervirens	*Phillyrea angustifolia*	*Thymus vulgaris*	*Pistacia lentiscus*

Cupressus sempervirens	*Juniperus oxycedrus*	*Quercus ilex*	*Cistus salvifolis*
Pinus halepensis	*Cistus monspeliensis*	*Rosmarinus officinalis*	*Juniperus oxycedrus*
Pinus halepensis	*Pistacia lentiscus*	*Rosmarinus officinalis*	*Cistus monspeliensis*
Pinus halepensis	*Rosmarinus officinalis*	*Globularia alypum*	*Cistus monspeliensis*
Pinus halepensis			
Pinus halepensis	*Juniperus oxycedrus*	*Phillyrea angustifolia*	*Marrubium vulgare*
Rosmarinus officinalis	*Pistacia lentiscus*	*Phillyrea angustifolia*	*Cistus salvifolis*
Cupressus sempervirens	*Quercus ilex*	*Thymus vulgaris*	*Ampelodesma mauritanicum*
Cupressus sempervirens	*Asphodelus microcarpus*	*Quercus ilex*	*Thymus vulgaris*
Cupressus sempervirens	*Quercus ilex*	*Thymus vulgaris*	*Thymus vulgaris*
Cupressus sempervirens	*Quercus ilex*	*Asphodelus microcarpus*	*Thymus vulgaris*
Cupressus sempervirens	*Quercus ilex*	*Ampelodesma mauritanicum*	*Juniperus oxycedrus*
Quercus ilex	*Genista scorpius*	*Thymus vulgaris*	*Cynara cadunculus*
Cupressus sempervirens	*Thymus vulgaris*	*Asphodelus microcarpus*	*Lolium multiforum*
Cupressus sempervirens	*Quercus ilex*	*Asphodelus microcarpus*	*Ampelodesma mauritanicum*
Pinus halepensis	*Juniperus oxycedrus*	*Globularia apypum*	*Ampelodesma mauritanicum*
Cupressus sempervirens	*Quercus ilex*	*Calicotome spinosa*	*Asphodelus microcarpus*
Cupressus sempervirens	*Globularia alypum*	*Cistus monspeliensis*	*Pistacia lentiscus*
Pinus halepensis	*Phillyrea angustifolia*	*Globularia alypum*	*Juniperus oxycedrus*
Cupressus sempervirens	*Quercus ilex*	*Ampelodesma mauritanicum*	*Marrubium vulgare*
Cupressus sempervirens	*Quercus ilex*	*Asphodelus microcarpus*	*Ampelodesma mauritanicum*
Cupressus sempervirens	*Quercus ilex*	*Asphodelus microcarpus*	*Ampelodesma mauritanicum*
Pistacia lentiscus	*Phillyrea angustifolia*	*Eucalyptus camaldulensis*	*Rosmarinus officinalis*
Pinus halepensis	*Phillyrea angustifolia*	*Juniperus oxycedrus*	*Pistacia lentiscus*
Pinus halepensis	*Cupressus sempervirens*	*Phillyrea angustifolia*	*Pistacia lentiscus*
Rosmarinus officinalis	*Pistacia lentiscus*	*Phillyrea angustifolia*	*Cistus salvifolis*
Juniperus oxycedrus	*Pistacia lentiscus*	*Ampelodesma mauritanicum*	*Globularia alypum*
Globularia alypum	*Rosmarinus officinalis*	*Cistus monspeliensis*	*Marrubium vulgare*
Quercus ilex	*Juniperus oxycedrus*	*Pistacia lentiscus*	*Ampelodesma mauritanicum*
Pinus halepensis	*Phillyrea angustifolia*	*Juniperus oxycedrus*	*Marrubium vulgare*
Cupressus sempervirens	*Quercus ilex*	*Asphodelus microcarpus*	*Marrubium vulgare*
Cupressus sempervirens	*Cistus salvifolis*	*Quercus ilex*	*Ampelodesma mauritanicum*
Pinus halepensis	*Phillyrea angustifolia*	*Pistacia lentiscus*	*Marrubium vulgare*
Pinus halepensis	*Juniperus oxycedrus*	*Globularia alypum*	*Pistacia lentiscus*
Quercus ilex	*Juniperus oxycedrus*	*Ampelodesma mauritanicum*	*Asphodelus microcarpus*
Globularia alypum	*Rosmarinus officinalis*	*Thymus vulgaris*	*Cistus salvifolis*
Cupressus sempervirens	*Quercus ilex*	*Marrubium vulgare*	*Asphodelus microcarpus*
Pinus halepensis	*Phillyrea angustifolia*	*Juniperus oxycedrus*	*Globularia alypum*

Tableau II : Les superficies des formations végétales dans la forêt d'Oued Chair.

ID	Code	Formation végétale	Hauteur des arbres	Série de végétation	Recouvrement %	Superficie (ha)
0	/	Quelques individus	6-8m	*Eucalyptus camaldulensis*	très clair	0
1	I.1.1.1	Forêt	>7m	Pinus halepensis	Dense	217.4
2	I.1.1.3	Forêt	>7m	Pinus halepensis	Clair	56.46
3	I.1.2.1	Forêt	>7m	Cupressus sempervirens	Dense	247.8
4	I.1.2.3	Forêt	>7m	Cupressus sempervirens	Clair	33.33
5	I.1.1/2.1	Forêt	>7m	Pinus halepensis/ Cupressus sempervirens	Dense	104.7
6	I.1.1/6.1	Forêt	>7m	Pinus halepensis/ Juniperus oxycedrus	Dense	17.51
7	II.2.1/3.1	Matorral arboré	4-7m	Pinus halepensis/ Quercus ilex	Dense	11.83
8	II.2.1.1	Matorral arboré	4-7m	Pinus halepensis	Dense	106.71
9	II.2.2.1	Matorral arboré	4-7m	Cupressus sempervirens	Dense	124.53
10	II.2.1/6.1	Matorral arboré	4-7m	Pinus halepensis/ Juniperus oxycedrus	Dense	2.38
11	II.2.3/1.1	Matorral arboré	4-7m	Quercus ilex/ Pinus halepensis	Dense	11.83
12	II.2.3.2	Matorral arboré	4-7m	Quercus ilex	Assez clair	29.81
13	III.3.2.3	Matorral arbustif	2-4m	Cupressus sempervirens	Clair	77.34
14	IV.3.3/6.1	Maquis moyen	2-4m	Quercus ilex/ Juniperus oxycedrus	Dense	42.88
15	IV.4.2/4.1	Maquis bas	0.5-2m	Pinus halepensis/ Rosmarinus officinalis	Dense	24.02
16	IV.4.2/4.1	Maquis bas	0.5-2m	Rosmarinus officinalis/ Globularia alypum	Dense	27.53
17	IV.4.5/6.1	Maquis bas	0.5-2m	Pistacia lentiscus/ Juniperus oxycedrus	Dense	19.02
18	IV.4.3.4	Maquis dégradé	0.5-2m	Quercus ilex	Très clair	67.53
29	/	Sol nu	/	/	/	71.70
20	/	Tranché pare-feu	/	/	/	15.46

Tableau III : Base de données de la carte de végétation de la zone d'étude.

FAMILLE	Genre espèce	Type biologique	Chorologie
ANACARDIACEAE	*Pistacia lentiscus*	Nanophanérophyte	Circum-Méditerranéenne
APIACEAE	*Eryngium tricuspidatum*	Hémicryptophyte	Ouest-Méditerranéenne
APIACEAE	*Foeniculum vulgare*	Hémicryptophyte	Paléo-tempérée
APIACEAE	*Oenanthe sp*	Hémicryptophyte	Euro-asiatique
APIACEAE	*Daucus carota*	Hémicryptophyte	Européenne
APOCYNACEAE	*Nerium oleander*	Nanophanérophyte	Méditerranéenne
ASPARAGACEAE	*Asparagus officinalis*	Géophyte à Rhizome	Européenne

ASTERACEAE=COMPOSEES	*Senecio vulgaris*	Thérophyte	Subcosmopolite
ASTERACEAE=COMPOSEES	*Silybum marianum*	Hémicryptophyte	Méditerranéenne
ASTERACEAE=COMPOSEES	*Bellis sylvestris*	Hémicryptophyte	Méditerranéenne
ASTERACEAE=COMPOSEES	*Leontadon tuberosus*	Hémicryptophyte	Méditerranéenne
ASTERACEAE=COMPOSEES	*Sonchus oleraceus*	Thérophyte	Cosmopolite
ASTERACEAE=COMPOSEES	*Thapsia garnaganica*	Hémicryptophyte	Méditerranéenne occidentale
ASTERACEAE=COMPOSEES	*Calendula arvensis*	Thérophyte	Méditerranéenne
ASTERACEAE=COMPOSEES	*Astractylis sp*	Thérophyte	Méditerranéenne
ASTERACEAE=COMPOSEES	*Galactites tomentosa*	Hémicryptophyte	Circum-Méditerranéenne
ASTERACEAE=COMPOSEES	*Chamaemelum nobile*	Hémicryptophyte	Atlantique
ASTERACEAE=COMPOSEES	*Inula viscosa*	Hémicryptophyte	Circum-Méditerranéenne
ASTERACEAE=COMPOSEES	*Hyoseris scabra*	Thérophyte	Méditerranéenne
ASTERACEAE=COMPOSEES	*Anacyclus clavatus*	Thérophyte	Méditerranéenne occidentale
ASTERACEAE=COMPOSEES	*Centaurea calitrapa*	Hémicryptophyte	Méditerranéenne
ASTERACEAE=COMPOSEES	*Hyoseris radiata*	Hémicryptophyte	Méditerranéenne
ASTERACEAE=COMPOSEES	*Centaurea nicaeensis*	Thérophyte	Ouest-Méditerranéenne
ASTERACEAE=COMPOSEES	*Cynara cadunculus*	Hémicryptophyte	Méditerranéenne
ASTERACEAE=COMPOSEES	*Scolymus grandiflorus*	Hémicryptophyte	Ouest-Méditerranéenne
BORAGINACEAE	*Borago officinalis*	Thérophyte	Méditerranéenne
BORAGINACEAE	*Echium plantagineum*	Hémicryptophyte	Méditerranéo-atlantique
BRASSICACEAE	*Arabis pubescens*	Hémicryptophyte	Méditerranéenne
BRASSICACEAE	*Raphanus raphanistrum*	Thérophyte	Euro-asiatique
BRASSICACEAE	*Diplotaxis viminea*	Thérophyte	Méditerranéenne
CISTACEAE	*Cistus salvifolus*	Chaméphyte	Méditerranéenne
CISTACEAE	*Cistus monspeliensis*	Chaméphyte	Méditerranéenne occidentale
CUPRESSACEAE	*Cupressus sempervirens*	Macrophanérophyte	Circum-Méditerranéenne
CUPRESSACEAE	*Juniperus oxycedrus*	Phanérophyte	Méditerranéenne
CUPRESSACEAE	*Tetraclinis articulata*	Phanérophyte	Ouest-Méditerranéenne
CONVOLVULACEAE	*Convolulus altheoides*	Géophyte à Rhizome	Circum-Méditerranéenne
FABACEAE=PAPILIONACEE	*Calycotome spinosa*	Nanophanérophyte	Ouest-Méditerranéenne
FABACEAE=PAPILIONACEE	*Ononis alopecuroides*	---	---
FABACEAE=PAPILIONACEE	*Medicago hispida*	Thérophyte	Subcosmopolite
FABACEAE=PAPILIONACEE	*Astragalus armatus*	Phanérophyte	Méditerranéenne
FABACEAE=PAPILIONACEE	*Hedysarum flexuosum*	Thérophyte	Nord-Méditerranéene
FABACEAE=PAPILIONACEE	*Genista scorpius*	Nanophanérophyte	Ouest-Méditerranéenne
FABACEAE=PAPILIONACEE	*Vicia sativa*	Thérophyte	Méditerranéenne
FAGACEAE	*Quercus coccifera*	Nanophanérophyte	Méditerranéenne
FAGACEAE	*Quercus ilex*	Phanérophyte	Méditerranéenne
GENTIANACEAE	*Blackstonia perfoliata*	Thérophyte	Sub & Ouest-Méditerranéenne
GENTIANACEAE	*Erodium malacoides*	Thérophyte	Circum-Méditerranéenne

GERANICACEAE	*Geraniumpyrenaicum*	Géophyte	Euro-asiatique
GLOBULARIACEAE	*Globularia alypum*	Chaméphyte	Méditerranéenne
POACEAE=GRAMINEES	*Ampelodesma mauritanium*	Géophyte à Rhizome	Ouest-Méditerranéenne
POACEAE=GRAMINEES	*Lolium multiflorum*	Thérophyte	Euro-asiatique
LAMIACEAE=LABIEES	*Thymus vulgaris*	Chaméphyte	Méditerranéenne
LAMIACEAE=LABIEES	*Phlomis lychnitis*	Chaméphyte	Méditerranéenne
LAMIACEAE=LABIEES	*Marrubum vulgare*	Hémicryptophyte	Méditerranéenne
LAMIACEAE=LABIEES	*Rosmarinus officinalis*	Chaméphyte	Méditerranéenne
LILIACEAE	*Asphodelus microcarpus*	Géophyte à Bulbe	Sténoméditerranéenne
MALVACEAE	*Malva sylvestris*	Thérophyte	Paléo-tempérée
MYRTACEAE	*Myrtus communis*	Nanophanérophyte	Circum-Méditerranéenne
MYRTACEAE	*Eucalyptus camaldulensis*	Phanérophyte	Introduit (Australie)
OLEACEAE	*Phillyrea angustifolia*	Nanophanérophyte	Ouest-Méditerranéenne
PINACEAE	*Pinus halpensis*	Macrophanérophyte	Circum-Méditerranéenne
PLANTAGINACEAE	*Plantago lagopus*	Hémicryptophyte/ Thérophyte	Méditerranéenne
PLANTAGINACEAE	*Plantago lanceolata*	Hémicryptophyte/ Thérophyte	Paléo-tempérée
PRIMULACEAE	*Anagallis arvensis*	Thérophyte	Cosmopolite
RANUNCULACEAE	*Ranunculus sp*	Hémicryptophyte	Méditerranéenne occidentale
RESEDACEAE	*Reseda alba*	Hémicryptophyte	Méditerranéenne
ROSACEAE	*Rosa sempervirens*	Phanérophyte lianescente	Subméditerranéenne
SCROFULARIACEAE	*Bellardia trixago*	Thérophyte	Méditerranéenne
THYMELEAECEAE	*Thymelea microphylla*	Chaméphyte	Euro-asiatique
VALERIANACEAE	*Fedia cornucopiae*	Géophyte à Bulbe	Méditerranéenne

Tableau IV : Les fréquences relatives des types biologique de la liste floristique.

Type biologique	Fréquence absolu	Fréquence relative %
Thérophyte	19	27.14
Chaméphyte	7	10
Géophyte à rhizome	3	4.28
Hémicryptophyte	20	28.57
Macrophanérophyte	2	2.85
Phanérophyte lianescente	1	1.42
Hémicryptophyte/Thérophyte	2	2.85
Nanophanérophyte	7	10
Phanérophyte	5	7.14
Géophyte à bulbe	3	4.28
Non identifiée	1	1.42
Total	70	100

Tableau V : Les fréquences relatives des types chorologique de la liste floristique.

Type chorologique	Fréquence absolu	Fréquence relative %
Circum-Méditerranéenne	8	11.42
Ouest-Méditerranéenne	8	11.42
Paléo-tempérée	3	4.28
Méditerranéo-atlantique	1	1.42
Européenne	2	2.85
Méditerranéenne	28	40
Subcosmopolite	2	2.85
Cosmopolite	2	2.85
Méditerranéenne occidentale	4	5.71
Atlantique	1	1.42
Sténoméditerranéenne	1	1.42
Euro-asiatique	1	7.42
Sub & Ouest-Méditerranéenne	1	1.42
Subméditerranéenne	1	1.42
Nord-Méditerranéene	1	1.42
Introduit (Australie)	1	1.42
Non identifiée	01	1.42
Total	70	100

Annexe III : Les photos

La liste des photos

Photo 01 : Formation de maquis bas à lentisque et genévrier.

Photo 02 : Formation de matorral à chêne vert dégradée.

Photo 03 : Formation forestière (forêt de cyprès).

Photo 04 : Formation forestière (forêt de pin d'Alep).

Photo 05 : Les individus d'Eucalyptus.

Photo 06 : Le pâturage au sein de la forêt d'Oued Chaire.

Photo 07 : Matorral arbustif à cyprès.

Photo 08 : Nid de la chenille processionnaire du Pin d'Alep.

Photo 09 : L'action de défrichement.

Photo 10 : Les espèces indicatrices de la dégradation des milieux forestière.

Photo 11 : L'action de l'érosion hydrique dans les parcelles pentue.

Photo 12 : pollution à l'intérieur de la forêt d'Oued Chair.


1
01 Avr 2017


2
28 Mar 2017


3
01 Avr 2017


4
01 Avr 2017


5


6
01 Avr 2017


7
01 Avr 2017


8
01 Avr 2017


9
01 Avr 2017


10
01 Avr 2017


11
01 Avr 2017


12
01 Avr 2017

Glossaire SIG

Attribut : Ensemble des données caractérisant un objet. A un attribut correspond une désignation. Chaque attribut a un type (entier, caractère …).

Base de données relationnelle : Base de données construite sur le modèle « entité-relation », de sorte que les relations entre les entités et les attributs peuvent être utilisées pour accéder et transformer les données.

Champ : Il s'agit d'une colonne d'un tableau. Le champ contient un type spécifique d'information sur un objet (nom, prix, population …).

Couche : Bloc à la base de la construction d'une carte ArcGis. Une carte ArcGis se compose généralement de plusieurs couches superposées (par ex : une couche de données sur les rues se superposera à une couche des limites des codes postaux).

Données : Valeur, mesure, renseignement décrivant un objet, ou élément, du monde réel. Une donnée est un élément d'information sur cet objet.

GPS : Global Positionning System : dispositif de satellites géostationnaires ayant pour but de déterminer la localisation géographique de tout point à la surface de la terre à l'aide des récepteurs électroniques portables.

Identifiant géographique : C'est un code, chaque objet ayant un identifiant.

Information géographique : L'information géographique est un ensemble reliant une information de type sémantique (relative à un objet ou à un phénomène du monde terrestre) et une information de type géométrique liée à la localisation de cet objet ou de ce phénomène. C'est donc la représentation d'un objet ou d'un phénomène géographique localisé dans l'espace.

Modèle entité-relation : Représentation abstraite du monde réel, considéré comme un ensemble d'élément (entités) ayant des caractéristiques (attributs) et entretenant des relations entre eux (relations). Ce modèle, appelé également « entité-association » ou encore modèle relationnel sert à la mise en place d'une base de données numérique à l'aide de SGBD et de SIG.

Raster : Mode de représentation et de stockage des données spatiales par une matrice régulière des cellules ou pixels couvrant un espace déterminé.

SGBD : Système de Gestion de Base de Données.Logitiel dont la fonction est de stocker, gérer, analyser et restituer de l'information.

SQL : Strucured Query Language : langage standard pour l'interrogation et la gestion des bases de données relationnelles.

Vecteur : Mode de représentation et de stockage des données spatiales par des points, des lignes, des polygones.

WGS84 : World Geodetic System 1984. Système mis au point par le département de Defense

US, défini à partir :

- Des coordonnées des points par observation Doppler sur satellites.
- D'un ensemble des données de définitions (constantes fondamentales, développement du champ en harmonique sphérique,…).

L'exactitude de ce système est de l'ordre du mètre. C'est un système qui est utilisé pour les éphémérides radiodiffusées de nombreux systèmes spatiaux. L'ellipsoïde associé WGS84 est l'IAG-GRS80.