REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE MEDEA

FACULTE DES SCIENCES

Présenté pour obtenir le diplôme de **Master**

En Ecologie et Environnement

Spécialité : Ecologie

Par :

Djabi Ishak

Thème :

Apport de l'imagerie à différentes résolution spatiale dans le suivi de l'évolution du couvert végétal (cas d'un écosystème forestier (Atlas Blidéen)

Devant le jury composé de :

Examinatrice	Mme. KHOUDIR S.	MAA UYF Médéa
Examinatrice	Mme. SAADI H.	MAA UYF Médéa
Promoteur	Mr. AIT HAMMOUDA T.	MAA UYF Médéa

Année universitaire 2019/2020

Remerciement

En préambule à ce mémoire je remercié ALLAH tous puissant, qui m'a guidé et m'a donné de la patience et du courage durant ces langues années d'étude.

Je vous remercié tout d'abord monsieur AIT HAMMOUDA TAHAR., maître assistant « A », Faculté des sciences, UMF. Médéa, d'avoir bien voulu diriger ce travail pour la qualité le sérieux et la volonté qu'il a investie dans sa fonction de promoteur, Sa confiance et son soutien m'a donné la motivation et le plaisir à ouvrir les portes de la recherche. Ses remises en question, son enseignement et son analyse critique m'a permis de les ouvrir de façon autonome. Son ouverture, ses qualités humaines, son écoute et son attentions m' a permis de découvrir que ces portes dont il m'a donné les clés s'ouvraient sur des chemins allant bien au-delà de la recherche scientifique.

Je tiens à remercier Mme KHOUDIR S., maître assistante « A », Faculté des Sciences, UMF. Médéa, et Mme SADI H. maître Assistante « A », Faculté des Sciences, UMF. Médéa. Pour apporter leur contribution et leurs remarques Pertinentes ainsi que leurs savoir-faire.

Je remercie également Belabbaci Hadjer pour l'aide que vous m'avez apportée en peu de temps, merci beaucoup

Je tiens également à remercier les personnes qui nous ont aidés et qui ont contribué au développement de ce message et au succès de cette merveilleuse année scolaire. Nos professeurs qui nous ont enseignés et qui nous ont soutenus par leurs compétences poursuivent mes études aujourd'hui.

Enfin, je remercie tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Grace à ALLAH tout puissant, je dédie cet humble travail à toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin à la réalisation de ce travail et plus particulier :

À mes très chers parents, tout mon respect et affection en témoignage de leur soutien, sacrifice, patience, ainsi que pour leurs conseils et orientations dans ma vie.

À ma chère mère qui éclaire mon chemin, je ne pourrai pas l'apprécier correctement, peu importe ce que je lui donne ou la complimente. Puisse ALLAH, la protéger, la bénir et la guérir (mon amour).

À mon cher père, j'espère que tu me verras diplômé et heureux avec moi, que Dieu ait pitié de toi, tu es toujours dans le cœur, je t'aime

À mes chers frères : Adel, Amine

À ma chère sœur : Amel

À tous mes amis sans exception, en particulier ceux avec qui j'ai passé d'agréables moments: Toufik, Youcef, Ficel, Jillali, Hadjer…etc.

À mes meilleurs amis. Vous êtes dans le cœur, que Dieu ait pitié de vous, mon cher frère Fathi Belkacem.

À mes camarades de classe, je vous remercie pour la motivation que vous m'avez donnée: Fayza, Hiba, Hajar, Marwa … etc.

À tous ceux qui ont contribué à la réalisation de cette œuvre modeste sans oublier notre promoteur, M. Ait Hammouda Taher.

LISTE DES ABREVIATIONS

- **ANRH** : Agence Nationale des Ressources Hydraulique.
- **ONM :** Office National de Météorologie.
- **Q2 :** Quotient pluviométrique.
- **SIG :** Système D'Information Géographique.
- **NDVI :** Normalised Difference Végétation Index.
- **MIR :** Moyen Infra Rouge.
- **PIR :** Proche Infra Rouge.
- **ENVI:** Environnent for Visualising Image.
- **USGS:** US Geological Survey.
- **CR :** Centré Réduit.
- **Magh - Med** : Maghrébin-Méditerranéen.
- **Med** : Méditerranéen.
- **EU-Med** : Européen-Méditerranéen.
- **Maur - Med** : Mauritanien-Méditerranéen.
- **MODIS:** MODerate resolution Imaging Spectroradiometer.

LISTE DES FIGURES

Figure 01 : Localisation de la zone d'étude (Atlas Blidéen)…….....03

Figure 02 : Carte géomorphologique présentant L'atlas blidéen …….....05

Figure 03 : Carte hydrologique de BLIDA (partie d'Atlas Blidéen)…….....07

Figure 04 : Répartition des précipitations moyennes mensuelles (mm) de la période (1990-2015) des différentes stations de référence (ATLAS BLIDEEN)……...…….....10

Figure 05 : Répartition de précipitations moyennes saisonnières (mm) de la période (1990-2015) des différentes stations de référence (ATLAS BLIDEEN)……12

Figure 06: Les températures moyennes mensuelles de la période (1990-2015) des différentes stations de référence (ATLAS BLIDEEN)…….……..14

Figure 07: Diagrammes ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) des Stations -période (1990- 2015)…….....17

Figure 08 : Position des stations sur Climagramme d'EMBERGER (1955)- période (1990-2015)……..…...20

Figure 09 : Diagramme de l'expression synthétique de la continentalité des stations - période (1990-2015)……...22

Figure 10: Modes de représentation vecteur et raster ……..…...29

Figure 11 : Eléments d'un SIG …….....32

Figure 12: Principe d'un système de télédétection……...34

Figure 13 : Signature spectrale sur la surface de la Terre……..……..35

Figure 14: Différence de l'absorbance de l'énergie électromagnétique entre 1 et 8 bits…....35

Figure 15 : Variation de NDVI en fonction de la santé de la végétation……...……..38

Figure 16: Etapes de traitements des données satellites (MODIS)……...……..42

Figure 17 : Télécharger des images MODIS de résolution 500 (2000-2019)…….....43

Figure18 : Superposition de la couche dessin de la zone d'étude (vecteur) sur Meta Data…….…….....44

Figure 19 : Extraction des statistiques de la zone d'étude avec ENVI……45

Figure 20: Variation mensuelle (2000-2019) du NDVI dans atlas blideen…….…….47

Figure 21: Variation mensuelle (2000-2019) du NDVI dans atlas blideen en fonction des précipitations mensuelle……...…….49

Figure 22: Variation saisonnière (2000-2019) du NDVI dans atlas Blidéen……...…...50

Figure 23: Variation saisonnière (2000-2019) du NDVI dans atlas Blidéen en fonction des précipitations saisonnière……...……...51

Figure 24: Variation annuelle (2000-2019) du NDVI dans atlas Blidéen…….…….....52

Figure 25: Variation annuelle (2000-2019) du NDVI dans atlas Blidéen en fonction des précipitations annuelle……..54

LISTE DES TABLEAUX

Tableau1 : Les sites des 5 stations de l'Atlas Blidéen…….....08

Tableau 2 : Source des données climatiques …….……..08

Tableau 3: Régimes saisonniers des stations en (mm) de période (1990-2015)…….....11

Tableau 4: Valeurs de quotient d'EMBERGER et températures minimales du mois le plus Froid de période (1990-2015)……...19

Tableau 5: Continentalité thermiques et pluviaux de période (1990-2015)……..….....21

Tableau 6: Classification phytogéographique du massif Blidéen……..…….....23

Tableau 7: Les bandes de fréquence de MODIS……...……..39

Tableau 8 : Evolution mensuelle du NDVI de la période (2000-2019) en fonction des précipitations mensuelle de la zone Atlas Blidéen …….……..48

Tableau 9 : Analyse statistique du NDVI obtenues saisonnière de 2000 à 2019 et des données Climatiques relatives aux précipitations……...……..50

Tableau 10 : Analyse statistique du NDVI obtenues annuelles de 2000 à 2019 et des données Climatiques relatives aux précipitations annuelles…….....53

Sommaire

INTRODUCTION.....1

Chapitre 1 : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDES

1 CADRE PHYSIQUE 3

1.1 Présentation de l'atlas blidéen 3

1.1.1 Situation géographique.....3

1.1.2 Géologie 5

1.1.3 Pédologie.....6

1.1.4 Réseau hydrographique 7

1.1.5 Climat et bioclimat.....7

1.1.6 Etude climatique.....8

1.1.6.1 Les paramètres climatiques 9

1.1.6.1.1 Les précipitations 9

1.1.6.1.2 Régimes saisonniers des précipitations 11

1.1.6.2 Températures.....13

1.1.6.3 Autres paramètres climatiques 15

♦ Le vent 15

♦ Neige.....15

1.1.7 Synthèse climatique.....15

1.1.7.1 Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN(1953) 15

1.1.7.2 Climagramme d'EMBERGER (1930_1955) 18

1.1.7.3 Les indices de continentalité 20

1.1.7.3.1 La continentalité pluviale 20

1.1.7.3.2 La continentalité thermique 21

2 CADRE BIOTIQUE 22

2.1 Diversité phytogéographique 22

2.2 Les principaux éléments phytogéographiques 23

2.2.1 Flor et végétation.....23

- La formation à pin d'Alep 24
- La formation La formation du chêne vert *(Quercus ilex)*.....24
- La formation du cèdre *(Cedrus atlantica)* 24
- Du chêne zene *(Quercus mirbekii)* 24
- La formation du chêne liège *(Quercetum suberis)* 25
- La formation de l'olivier *(Olea europaea)* 25
- La formation à ripisylves.....25
- Les terrains vides.....25

2.3 Les étages de végétations caractérisent l'Atlas Blidéen 25

2.4 La faune 26

Chapitre 2: Matériel et méthodes

1 Notions fondamentales des SIG et télédétection. 27

1.1 Concept de système d'information géographique.....27

1.1.1 Définitions d'un SIG.....27

1.1.2 Principe général d'un SIG.....27

1.1.2.1 Un affichage sous forme de couches d'information (concept de couche) 27

1.1.2.2 La géométrie des objets.....28

1.1.3 Les composantes d'un SIG.....28

1.1.4 Mode de représentation des données dans les SIG 28

1.1.4.1 Les données alphanumériques ou non graphiques 28

1.1.4.2 Les données graphiques (géographiques).....28

1.1.5 L'objectif de SIG.....29

1.1.5.1 L'abstraction.....29

1.1.5.2 Acquisition (entrée des données) 30
1.1.5.3 Archivage (la gestion des données).....30
1.1.5.4 Analyse des données 30
1.1.5.5 Affichage (sortie des données).....30
1.1.5.6 Réalisation d'une carte et mise en page 30
1.1.6 Les éléments d'un SIG 31
1.1.7 Définition d'une base de données 32
1.1.8 Procédure d'élaboration d'une base de données 32
2 Télédétection.....32
2.1 Définition 32
2.2 Principe de la télédétection 33
2.3 Les caractéristiques des images satellitaires 34
2.4 Les type de résolutions.....34
2.4.1 La résolution spatiale 34
2.4.2 Résolution radiométrique 35
2.4.3 Résolution spectrale 36
2.4.4 Résolution temporelle ou répétitivité 36
2.5 Interférences atmosphériques.....36
2.6 Réponse spectrale de la végétation 37
2.7 Indice de végétation (Normalised Difference Végétation Index) 37
3 MODIS.....39
3.1 Objectif 40
3.2 Méthodologie 40
3.2.1 Matériel utilisée.....40
3.2.2 Logiciels 40
3.2.2.1 Logiciel de télédétection ENVI 4.5 40
3.2.2.2 Logiciel Map info 8.0 40

3.3 Les données satellites MODIS 41

3.3.1 Les images MODIS de résolution 500m 41

3.4 Méthodes 42

3.4.1 Traitements des données satellites (MODIS) 42

3.4.1.1 1er étape : Acquisition des images satellitaires MODIS 42

3.4.1.2 2éme étape : Création d'un fichier annuel 43

3.4.1.3 3éme étape : Création de la couche dessin de la zone d'étude 43

3.4.1.4 4éme étape : Extraction de la zone d'étude avec ENVI 44

3.4.1.5 5éme étape : Extraction des résultats de la zone d'étude avec ENVI 44

3.4.1.6 Analyse des résultats du calcul NDVI 45

Chapitre 3: Résultats et discussions

1 Etude statistique de l'NDVI 46

- **Objectif** 46

1.1 Analyse mensuelle 46

1.1.1 Evolution mensuelle du NDVI 46

1.1.2 Evolution mensuelle du NDVI en fonction des précipitations mensuelle 47

1.2 Analyse saisonnière 49

1.2.1 Evolution saisonnier du NDVI 49

1.2.2 Evolution saisonnière du NDVI en fonction des précipitations saisonnière 50

1.3 Analyse annuelle 51

1.3.1 Evolution annuelle du NDVI 51

1.3.2 Evolution annuelle du NDVI en fonction des précipitations annuelles 52

1.4 Interprétation les résultats 54

Sommaire

Conclusion générale 56

Références bibliographies

Les annexes

Résumé

Les forêts méditerranéennes par leur grande richesse spécifique et l'endémisme élevé, sont considérées comme des hauts lieux de la diversité végétale à l'échelle du globe. Ces forêts sont soumises à divers dangers, plus particulièrement à l'action anthropique.

L'Atlas Blidéen, à l'image de toutes les forêts algériennes, présentant une diversité floristique et écologique remarquable; il occupe une superficie de 1572.2 Km2.

Plusieurs méthodes ont été appliquées pour étudiée évolution temporelle et spatiales du couvert végétale ; la méthodologie utilisée une étude diachronique de la végétation par la télédétection ; l'analyse des images satellitaires MODIS de résolution spatiale 500m (2000-2019) ; par comparaison indice de végétation NDVI avec les précipitations dans la zone d'étude (Atlas blidéen) pendant 20 ans (2000-2019).Les résultats obtenus sont des résultats numériques et des graphes pour interprétées. Les résultats obtenus montrent qu'il y a une corrélation positive entre l'évolution du NDVI, et par conséquent du couvert végétal avec les précipitations.

Les mots clés : Atlas Blidéen, couvert végétale, étude diachronique, Télédétection, MODIS, NDVI.

Abstract

Mediterranean forests, due to their great species richness and high endemism, are considered high places of plant diversity worldwide. These forests are subject to various hazards, particularly anthropogenic action.

The Atlas Blidéen, like all the Algerian forests, presents a remarkable floristic and ecological diversity; it occupies an area of 1572.2 Km2.

Several methods have been applied to study the temporal and spatial evolution of the vegetation cover; the methodology used a diachronic study of the vegetation by teledetection; the analysis of satellite images MODIS spatial resolution 500m (2000-2019); by comparison of NDVI vegetation index with precipitation in the study area (Atlas bldéen) for 20 years (2000-2019). The results obtained are numerical results and graphs for interpretation.The results obtained show that there is a positive correlation between the evolution of NDVI, and consequently of the vegetation cover with precipitation.

Keywords: Atlas Blidéen, couvert végétale, étude diachronique, Télédétection, MODIS, NDVI.

ملخص

تعتبر غابات البحر الأبيض المتوسط ، من خلال ثرائها النوعي الكبير وتوطنها العالي ، أماكن عالية للتنوع النباتي على نطاق عالمي. هذه الغابات معرضة لأخطار مختلفة أبرزها العمل البشري.

يقدم الاطلس البليدي ، مثل جميع الغابات الجزائرية ، تنوعًا نباتيا و بيئيا؛ تحتل مساحته 1572.2 كيلومتر مربع.

تم تطبيق عدة طرق لدراسة التطور الزماني والمكاني للغطاء النباتي؛ استخدمت المنهجية دراسة تاريخية للنباتات بالاستشعار عن بعد, تحليل صور الاقمار الصناعية MODIS بدقة500متر (2000-2019),بمقارنة مؤشر الغطاء نباتي NDVI مع نسبة سقوط الامطار في منطقة الدراسة (الاطلس البليدي) لمدة 20 عامًا (2000-2019) النتائج التي تم الحصول عليها عبارة عن نتائج رقمية ورسوم بيانية للتفسير. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن هناك علاقة إيجابية بين تطورNDVI،وبالتالي الغطاء النباتي مع هطول الأمطار.

الكلمات المفتاحية : الاطلس البليدي، الغطاء النباتي، دراسة تاريخية، الاستشعار عن بعد،MODIS،NDVI.

INTRODUCTION GÉNÉRALE

INTRODUCTION

Les forêts méditerranéennes constituent un environnement, profondément perturbé par de multiples utilisations. agressions sont variables en fonction de la démographie humaine et de ces besoins. Ceux-ci déterminent les phases de progression ou de régression de la surface de la forêt **(Quézel & Barbéro 1990).** En Algérie, les forêts naturelles couvrent une superficie de 1,3 millions d'hectares. Dans les cinquante dernières années, ces forêts ont subi une régression, et sont aujourd'hui dans un état critique **(DGF 2004).**

L'Atlas Blidéen, à l'image de toutes les forêts algériennes, est considéré parmi les cinq grands massifs de l'Algérie ; en plus des Aurès, Babors, Djurdjura et Theniet El Had, présentant une diversité floristique et écologique remarquable qui, depuis des siècles, continue de subir des pressions d'origines multiples **(Boussouf, 2004).**

L'Atlas Blidéen, a suscité l'intérêt de nombreux auteurs dans diverses disciplines tels que : **Nedjahi (1988), Meddour (1994), Bouaoune (1996), Brakchi (1998), Boussouf(2004) et Merbah (2005)**, qui ont mis en valeur : la flore, la phytosociologie, la phytoécologie et le climat.

Pour une meilleure compréhension de l'évolution du couvert végétal, la télédétection présente un intérêt crucial et les techniques utilisées aident à recueillir des informations et des connaissances par l'analyse, et l'interprétation des données issues, à partir d'images satellitaires.

Dans ce contexte, l'objectif de notre présente étude est de faire ressortir l'évolution du couvert végétal au cours de ces 20 dernières années à l'aide des outils de télédétection, intégrant l'utilisation des images satellitaires issues du capteur MODIS d'une résolution spatiale de 500m ; et des techniques bien adoptées au suivi de la végétation à savoir l'Indice de Végétation Global Normalisé « NDVI ». D'autre part, une comparaison de l'évolution du l'NDVI, et par conséquent du couvert végétal, avec les variations des précipitations dans notre région d'étude.

Pour répondre à cet objectif, nous organiserons notre document autour de trois chapitres :

- Après une introduction, le premier chapitre représente une description de la zone d'étude.

- Le deuxième chapitre détaille le matériel la démarche méthodologique adoptée à savoir les logicielles, la nature et le type d'images satellitaires, ainsi que les données utilisées.

- Le troisième chapitre est consacré à la présentation et interprétation des résultats.

- Enfin nous clôturons le document par une conclusion générale.

CHAPITRE 01 : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

1 CADRE PHYSIQUE

1.1 Présentation de l'atlas blidéen

1.1.1 Situation géographique

L'Atlas Blidéen: fait l'objet de nombreux travaux **Halimi (1980), Meddour (1994), Bouaoune (1996), Boussouf (2004), Merbah (2005),** il forme la partie centrale de l'Atlas tellien qui s'allonge du Sud-Ouest vers le Nord-Est il occupe une superficie de 1572.2 Km2. Il s'étend entre les parallèles, 36°30' et 36° Nord et les longitudes, 3°20' et 2°40' à l'Est du méridien international **(Halimi, 1980).** Il est limité au Nord par la plaine de la Metidja, à l'Ouest par l'Oued Chiffa, au Sud par l'oued Mellah, et à l'Est par Djebel Zerouela (Meftah) **(figure 1).**

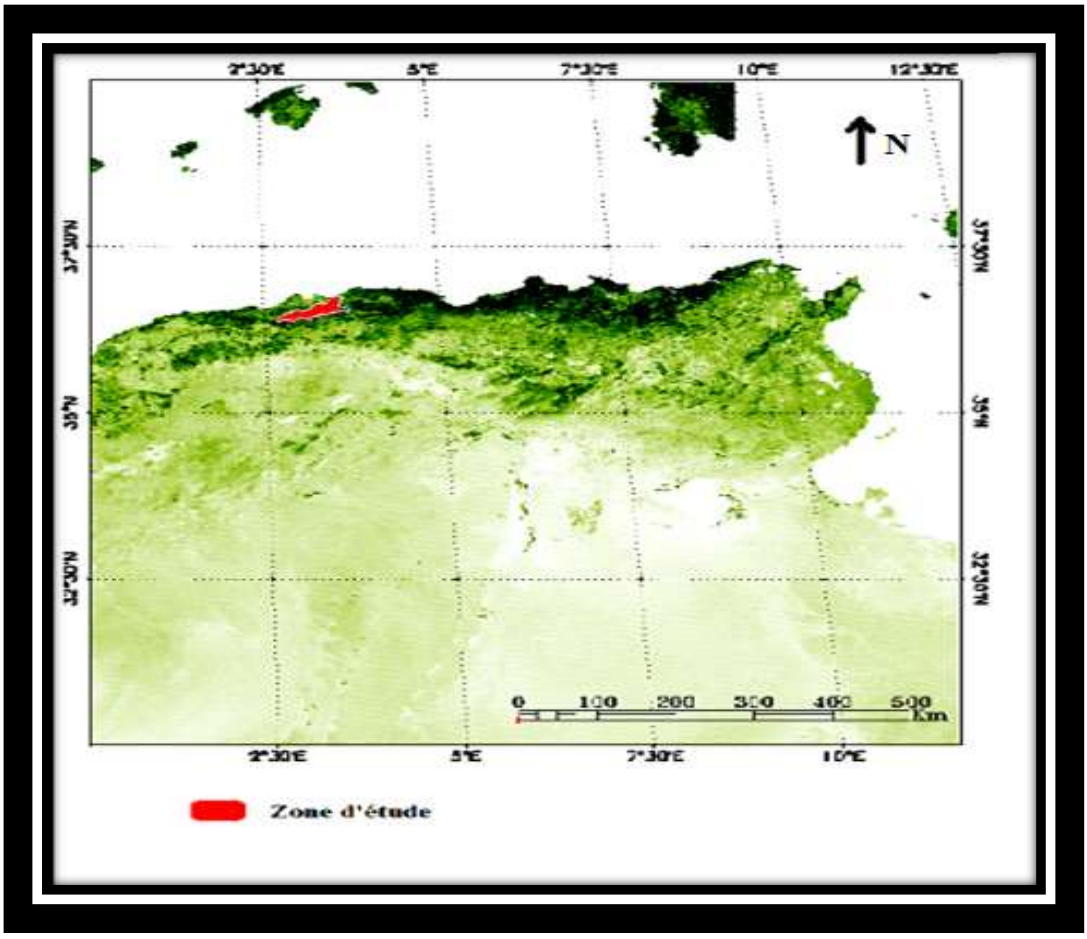


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude (Atlas Blidéen)

1.1.2 Géomorphologie

L'Atlas Blidéen est une région montagneuse de plissement Alpin, dont le point culminant atteint 1629m *(Koudiatte abd el Kader)* présente une forte pente du côté du Nord vers la plaine de la Metidja et une déclivité atténuée du côté du Sud vers les Hauts plateaux **(Halimi, 1980).**

Le massif de l'Atlas blidéen se présente comme une barrière rocheuse à topographie très tourmentée, accentuée par un ravinement très profond faisant apparaître une multitude de talwegs dont les principaux sont ceux des, oued Chiffa, oued Kebir, oued Messaoud et oued Boumaâne. L'Atlas forme un véritable écran aux précipitations venant du Nord - Ouest et crée de la sorte un déséquilibre entre les versants nord bien arrosé et les versants sud moins arrosé, Ce déséquilibre est fortement visualisé sur le paysage formé par un couvert forestier relativement dense sur le versant Nord, et beaucoup moins sur le versant sud. Les deux versants de l'Atlas tellien sont formés de compartiments et des bassins versants bien limités **(Halimi, 1980).**

Trois ensembles topographiques sont individualisés :

- Un ensemble composé de zones à faible déclivité avec des superficies relativement importantes, exemple : Djebel Marmoucha, Djebel Ferroukha.
- Un deuxième ensemble représenté par la ligne de crête formée d'Est en Ouest par les Djebel Ferraoune, Djebel Guerroumène (1496 m), Djebel Mouzaïa (1603 m), et enfin le Djebel Tamesguida (1386 m).
- Le dernier ensemble est représenté par les contreforts plats importants sur le versant méridional **(Halimi, 1980).**

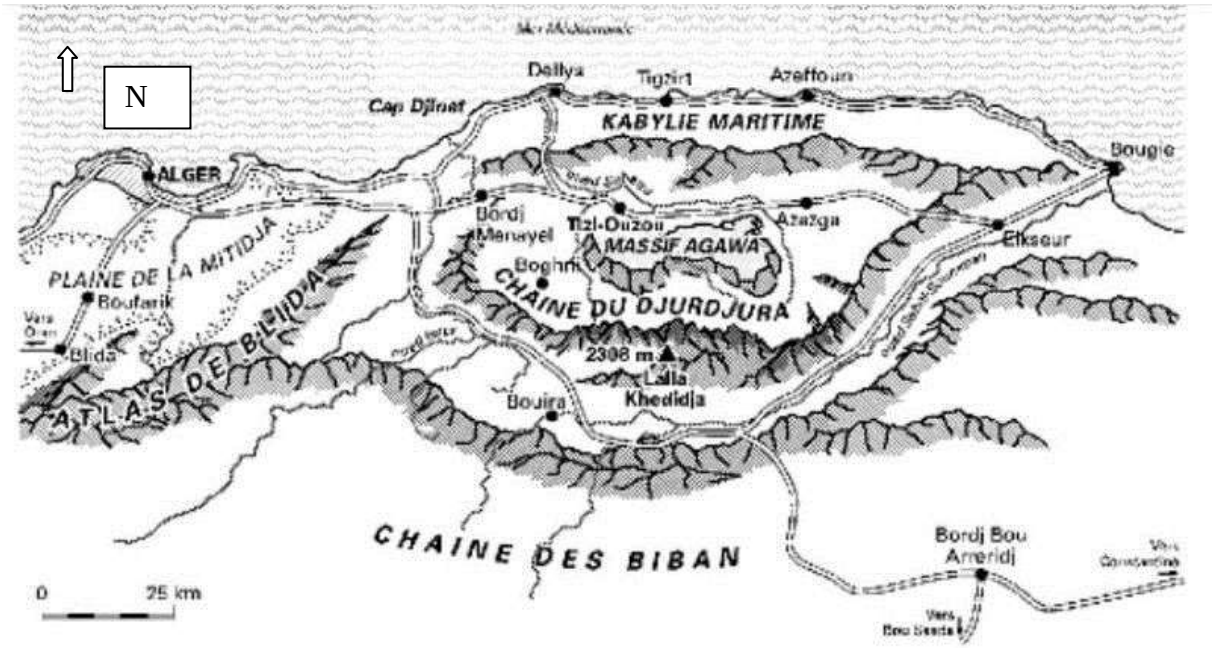


Figure 2 : Carte géomorphologique présentant l'Atlas Blidéen **(G.Mutin1977)**

1.1.3 Géologie

L'ossature des chaînes de montagnes de l'Atlas Blidéen relève du système du Crétacé inférieur (Néocomien) ou moyen, donnant à l'ensemble de La Région une réelle homogénéité géologique avec une dominance de schistes argileux, de grès et des intercalations de marnes calcaires **(Boudy, 1952 *in Yahi*, 2007).**

Les différentes formations décrites par **Bles et *al (1972) in Zaidi (2003),*** de la série stratigraphique et de ses caractéristiques lithologiques sont :

-Calcaires de l'Oued El Kebir (jurassique supérieur). Cette formation affleure dans le lit de l'Oued El Kebir et du Djebel Marmoucha. Il s'agit de calcaires massifs, cristallins, parfois gréseux et parfois dolomitiques.

- Schistes, grès et calcaires de la Chiffa (néocomien et aptien (crétacé inférieur) : la partie inférieure qui correspond aux schistes de la Chiffa est constituée de colo schistes prédominants et de grès. La partie supérieure voit apparaître des bancs calcaires. Argiles de Takitoun (albien inférieur et moyen, crétacé inférieur). Cette formation dans laquelle alternent des argiles schisteuses et des grès ferrugineux est de type flysch.

- Calcaires et marnes du Djebel Sidi Mohamed (albien supérieur, crétacé moyen). Il s'agit d'une alternance de calcaires argileux et de marnes visibles au Djebel Sidi Mohamed.

• Marnes calcaires du Douar El Hadjar (vracana-cenomanien et turnano-sénonien, crétacé moyen et supérieur) : cette formation est constituée de marnes dans lesquelles s'intercalent de petits bancs de calcaires argileux.

• Argiles noires et calcaires à silex d'El Hadjerat Msennou (paléocène et éocène inférieur) : située à la base des nappes telliennes, cette formation des calcaires massifs et des argiles noires feuilletées contient plusieurs lits de silex.

Du point de vue tectonique, deux vastes anticlinaux de direction nord-est – sud - est ont été observés par **Bles et al (1972) *in* Zaidi (2003):**

• L'anticlinal de Blida, le plus septentrional, qui s'étend sur plus de 25 km de long entre le Djebel Mouzaïa (1603 m) et la Koudiat Arbaiu Ouali (1392 m), en passant par plusieurs sommets (Djama Draa 1448 m, Guerroumène 1549 m, Ferroukha 1496 m).

• L'anticlinal de Takitoun, le plus méridional, s'étire sur plus de 15 km entre le Djebel Sidi Mohamed (1435 m) et l'Oued BouMaane.

Ces deux anticlinaux sont séparés par une zone synclinale située entre le col de Talakat et la Koudiat Alloue (1313 m).

1.1.4 Pédologie

Les sols de l'Atlas blidéen sont caractérisés d'une manière générale, par l'importance des éléments grossiers due essentiellement à une action d'érosion plus intense. **(Halimi, 1980).**

Cet auteur souligne également, le dénuement des versants Sud, contrairement aux versants septentrionaux, qui sont évolués. « Les terres de la montagne sont composées dans leur grande partie par des terrains schisteux durs et très siliceux. Ces schistes alternent le plus souvent avec les bancs de quartzites, en conséquence les sols de la montagne sont d'origine schisteuse, constitués de gros éléments ; cailloux, graviers de nature siliceuse très faible en proportion de calcaire, de phosphore, et de chlore, avec une teneur en argile inférieure à la moyenne et une teneur convenable en humus souvent boueux en surface et durs après la sécheresse. »Les sols bruns forestiers sont observés sous la cédraie **(Nedjahi, 1988).** Sous la chênaie verte mésophile, sont rencontrés des sols fersiallitiques décarbonatés qui sont souvent remaniés par l'érosion **(Dahmani, 1997).**

Ce dernier auteur **(Dahmani, 1997)** signale la présence des sols de type ranker en altitude en contact cèdre et chêne vert **Merbah (2005).**

1.1.5 Réseau hydrographique

Comme la plupart des oueds Nord-africains, les débits des oueds qui les caractérisent sont très variables, très élevés pendant la saison hivernale et très faibles pendant la période estivale.

La majorité des oueds est concentrée dans le massif de Chréa ; les plus importants sont : Oued Mazafran, Oued El-Harrach et Oued Chiffa, ces deux derniers sont considérés comme des collecteurs de la quasi-totalité des ramifications.

Les eaux déversées par l'oued Chiffa dans l'oued Mazafran, forment une plus grande étendue et regroupent plusieurs zones **(Nedjahi, 1988).**

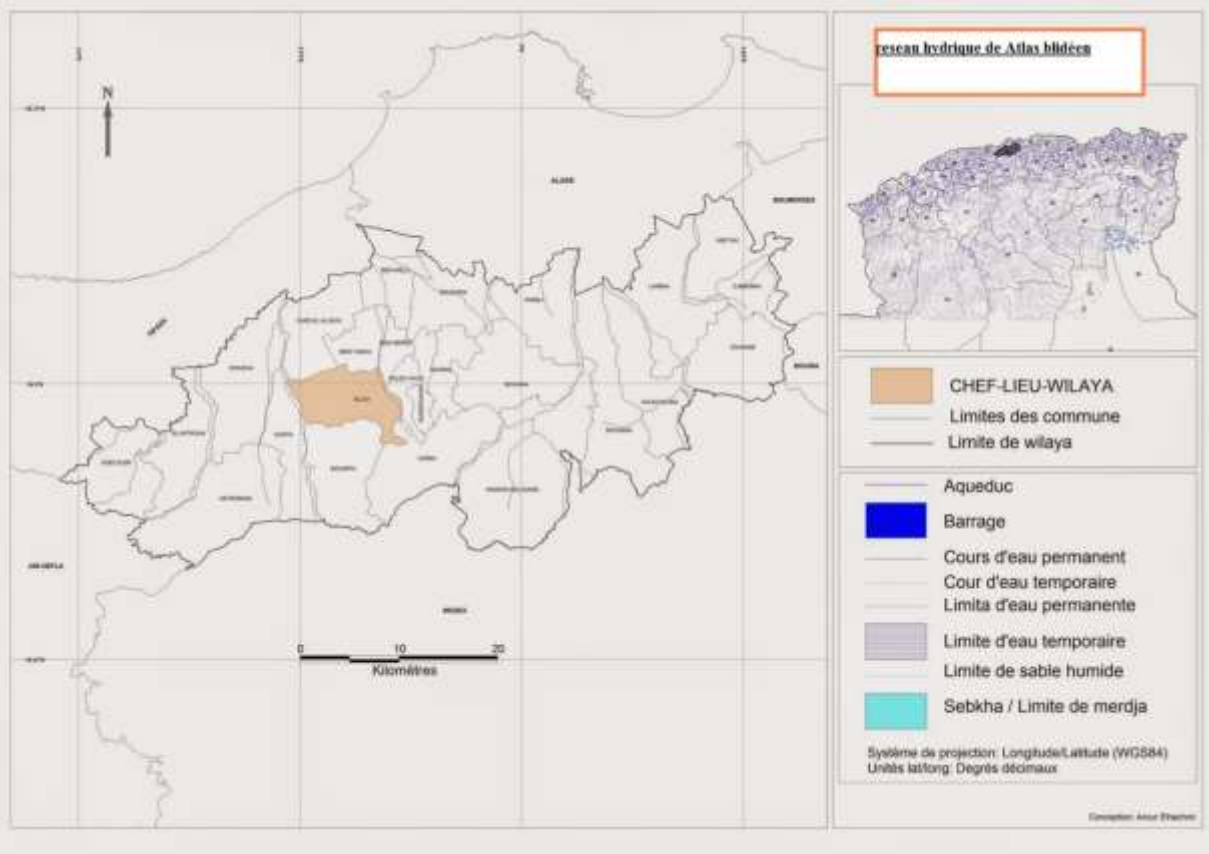


Figure 03 : carte hydrologique de BLIDA (partie d'Atlas Blidéen) **(DGF, 2004)**

1.1.6 Climat et bioclimat

En se référant aux différents travaux réalisés sur le massif Blidéen, tel que les travaux de **Halimi, (1980) ; Bouaoune, (1996) ; Zaidi, (2003) et Merbah, (2005).**

Cette région correspond à la zone de déplacement saisonnier des positions des hautes pressions subtropicales qui ne cessent de balancer entre le 30 ème et le 40 ème parallèle, vers

le Sud en hiver et vers le Nord en été, en conséquence l'atlas blidéen subit les effets du climat zonal tempéré en hiver, et les effets du climat tropical en été **Halimi (1980**).

Selon Koppen, 1936 *in* Halimi (1980) « le climat méditerranéen de notre région est un climat de latitude moyenne, tempéré humide, avec des hivers pluvieux et doux, des étés chauds et sec».

1.1.7 Etude climatique

Nous avons choisi cinq stations réparties entre des sites différents. Les stations de hautes montagnes telles que : Médéa, Chréa installées à un niveau de plus de 900 m d'altitude, d'autre stations étaient installées au piedmont telles que Blida, Tablat. Les distances entre ces stations sont de l'ordre de quelques kilomètres à plus de 20 Km.

Tableau1 : Les sites des 5 stations de l'Atlas Blidéen.

Stations	Longitude (°C)	Latitude (°C)	Altitude (m)
Médéa	**02° 45'**	**36° 16'**	**928**
Blida	**02° 50'**	**36°28'**	**267**
Chréa	**02°53'**	**36°25'**	**1550**
Benchicao	**02° 51'**	**36° 12'**	**1129**
Tablat	**03° 19'**	**36° 24**	**450**

- Source des données climatiques **(tableau 2).**

Stations	SOURCE	Durée de mesure
Médéa	**ONM (Médéa)** **ANRH**	**1990-2015**
Blida	**ANRH**	**1990-2015**
Chréa	**PNC**	**1990-2015**
Benchicao	**ONM (Médéa)**	**1990-2015**

1.1.7.1 Les paramètres climatiques

1.1.7.1.1 Les précipitations

Les précipitations sont la totalité de l'eau recueillie dans le pluviomètre quel que soit son origine **Halimi (1980**).

La variabilité de la pluviosité se fait selon trois principaux gradients :

- **Un gradient altitudinal**, en effet la pluie augmente avec l'altitude.
- **Un gradient longitudinal** qui fait diminuer la pluie de l'Est vers l'Ouest.
- **Un gradient latitudinal** selon lequel, la pluie diminue lorsqu'on s'éloigne du littoral à cause, de l'appauvrissement des courants aériens de leur pluie en franchissant les chaînes montagneuses successives **(Halimi, 1980).**

On distingue une grande Variabilité pluviométrique avec une pluviosité moyenne annuelle qui s'étend de727 à 1202 (mm/an)

La répartition des précipitations moyennes mensuelles (mm) des différentes stations de référence ; dans le tableau: (Annexes)

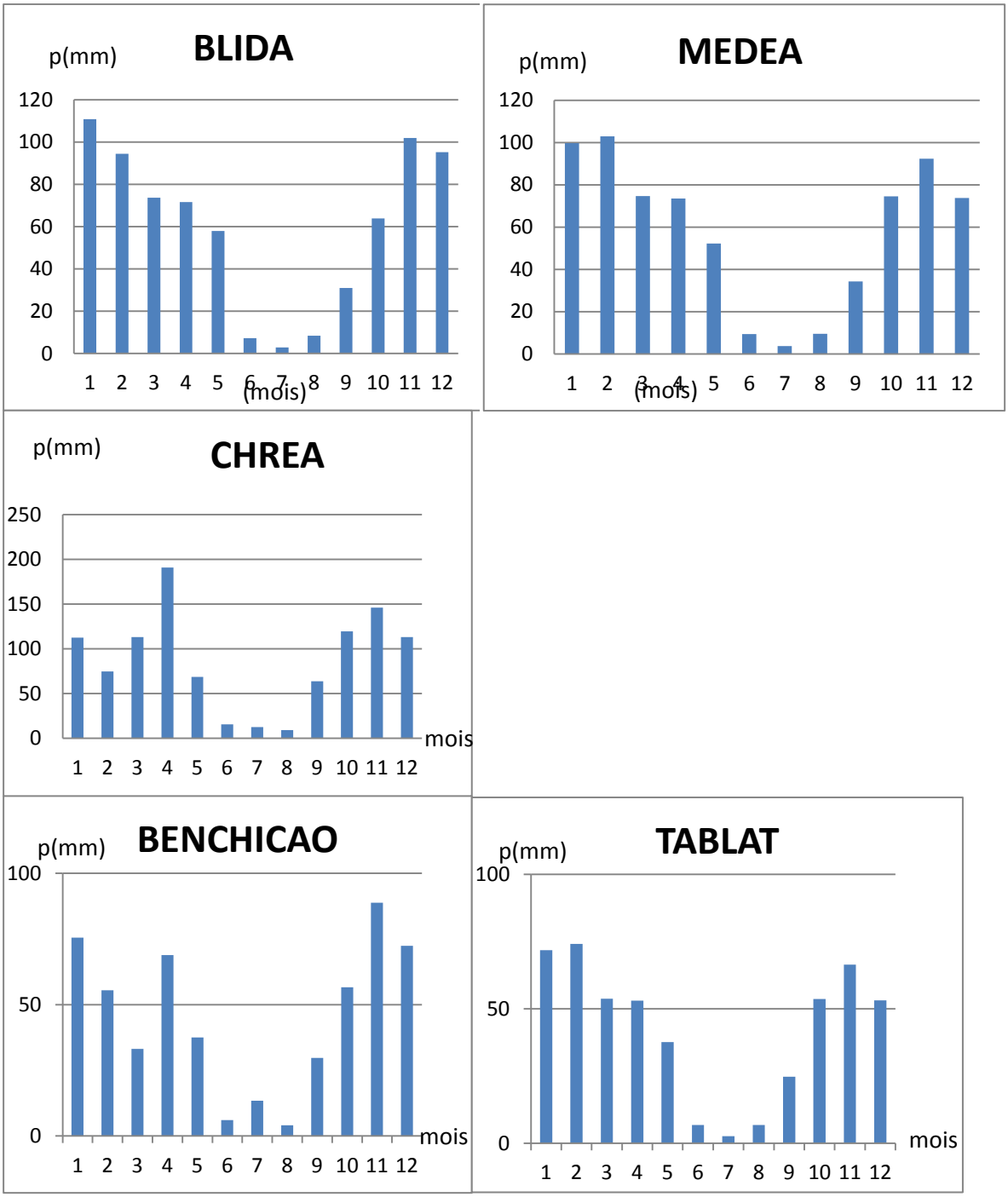


Figure 04 : Répartition des précipitations moyennes mensuelles (mm) de la période (1990-2015) des différentes stations de référence (Atlas Blidéen)

1.1.7.1.2 Régimes saisonniers des précipitations

L'étude du régime saisonnier donne une indication sur la répartition des pluies suivant les quatre saisons de l'année **(Djellouli, 1981).** En classant ces saisons selon un ordre décroissant de pluviosité, on obtient ce qu'on appelle «l'indicatif saisonnier».

Tableau 03: Régimes saisonniers des stations en (mm) de période (1990-2015)

	Période (1990- 2015)				
Stations	**Hiver**	**Print**	**été**	**Automne**	**Régimes**
Médéa	**276.37**	**200.45**	**22.59**	**201.1**	**HAPE**
Blida	**300.4**	**203.11**	**18.41**	**196.71**	**HPAE**
Chréa	**300.62**	**373.09**	**37.52**	**329.83**	**PAHE**
Benchicao	**203.43**	**139.48**	**23.4**	**175.13**	**HAPE**
Tablat	**198.98**	**144.36**	**16.25**	**144.8**	**HAPE**

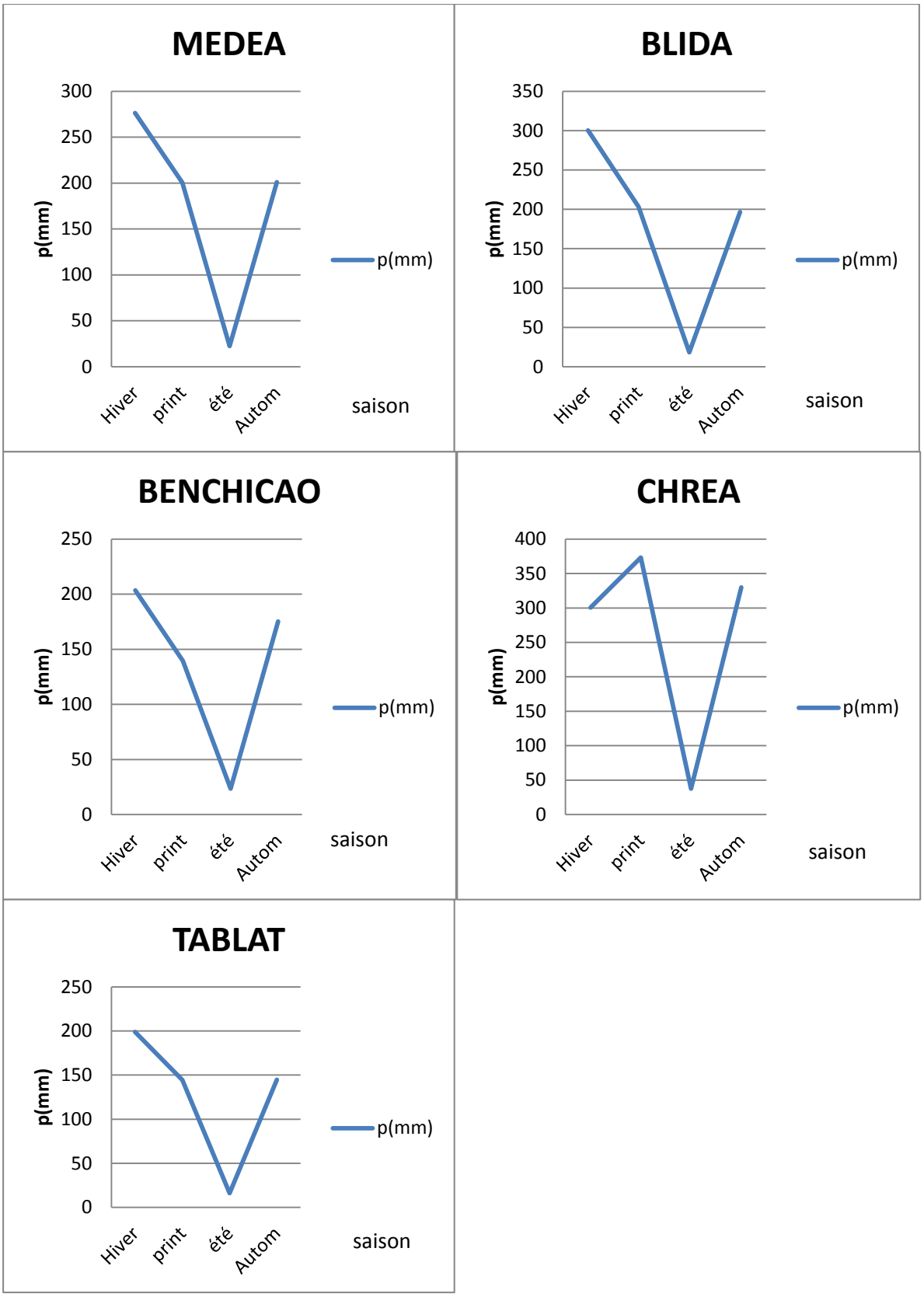


Figure 05 : Répartition de précipitations moyennes saisonnières (mm) de la période (1990-2015) des différentes stations de référence (ATLAS BLIDEEN).

1.1.7.2 Températures

La température est le second facteur constitutif du climat influant sur le développement de la végétation. Les températures moyennes annuelles ont une influence considérable sur l'aridité du climat. Ce sont les températures extrêmes plus que les moyennes qui ont une influence sur la végétation, sauf si elles sont exceptionnellement et de courte durée **(Gréco, 1966).**

Moyenne des températures minimales du mois le plus froid (m) et maximales du

Mois le plus chaud (M) :

Les températures moyennes annuelles de la région de l'Atlas Blidéen se centrent généralement autour de 10 à 20°C.

- Les températures maximales mensuelles varient de 6 à 16 °C en hiver et 27 à 35°C en été.
- Les températures minimales mensuelles se situent globalement entre 0,41 et 7°C en hivers et entre 18 et 22°C en été**.**

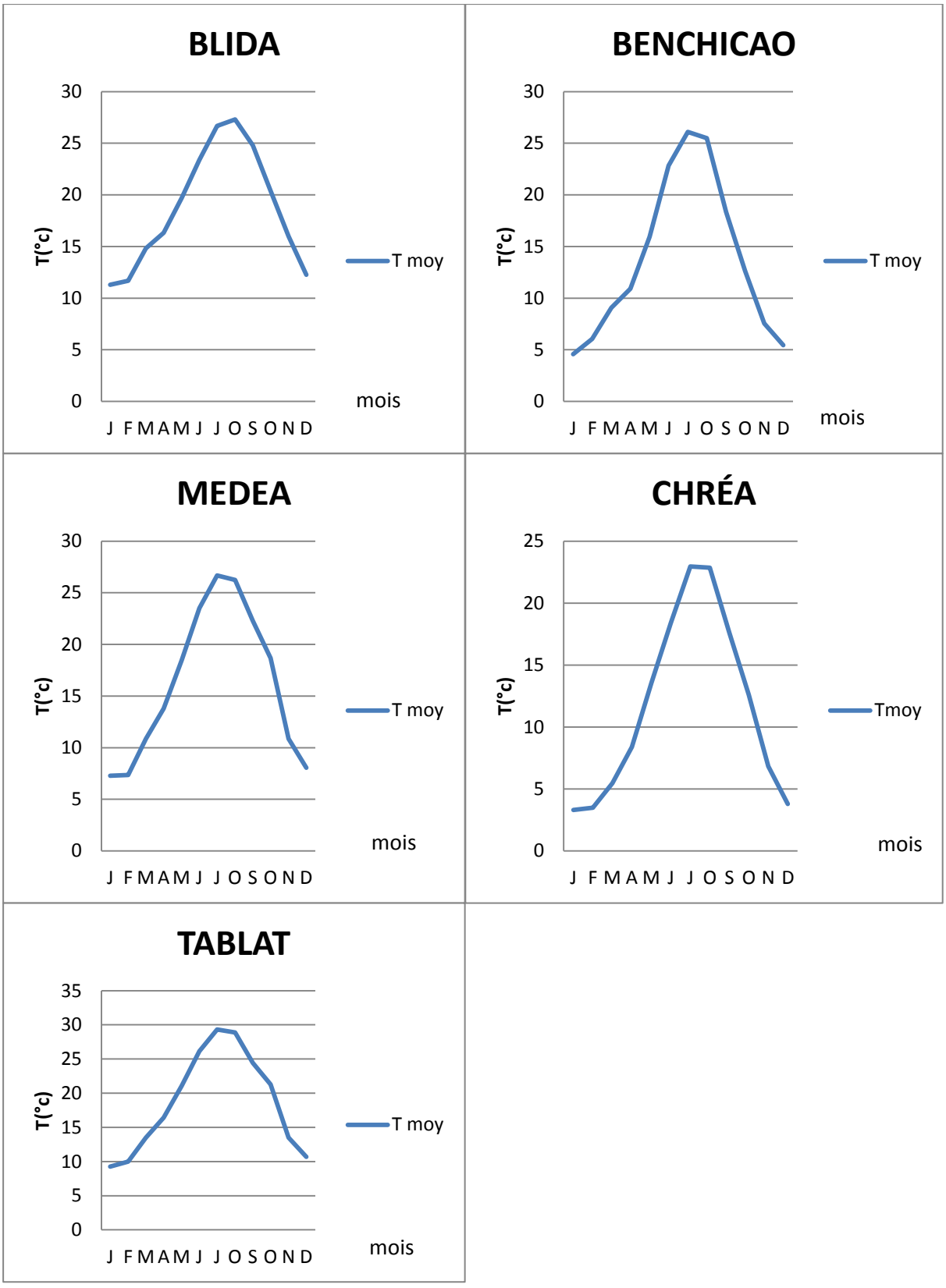


Figure06: Les températures moyennes mensuelles de la période (1990-2015) des différentes stations de référence (ATLAS BLIDEEN).

1.1.7.3 Autres paramètres climatiques

- **Le vent**

Le vent est un facteur météorologique important considéré comme l'un des éléments les plus caractéristiques du climat, cette sensation de chaleur que nous éprouvons dépend d'une large mesure de sa force **(Seltzer, 1946).**

Toutefois, la période estivale caractérisée par les siroccos ; vent chaud excessivement sec à humidité relative assez faible, apparaît en Algérie en été et au début de l'automne **(Djebaili, 1984).**

Ils se manifestent un à trois jours/an et ils sont souvent associés aux grands feux catastrophiques.

Il faut signaler que le manque de stations mesurant les vents dans la zone d'étude ne permet pas de faire une analyse détaillée de ce paramètre, seule la station d'Alger (ONM Dar-El- Baida), qui fournit des mesures de fréquences et de vitesses du vent sur plusieurs années.

- **Neige**

L'enneigement est fréquent sur les hauteurs de l'Atlas Blidéen, parfois il commence

généralement à partir de 400m (**Benali, 1990),** les valeurs maximales s'observent sur les

sommets tels que Chréa (1600m) et Benchicao (1120m) **(Halimi, 1980).**

Malgré les problèmes évoqués, nous avons tenté à travers les écrits, de donner les caractères généraux du climat des quatre massifs étudiés, en nous basant sur les principaux facteurs climatiques.

1.1.8 Synthèse climatique

1.1.8.1 Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN(1953)

Ce diagramme permet de calculer la durée de la saison sèche en portant pour chaque station, les températures moyennes mensuelles (T en °C) et les précipitations moyennes mensuelles (P en mm) en ordonnées et les mois de l'année en abscisse, où l'échelle des précipitations est double de celle des températures P = 2T.

Un mois est dit biologiquement sec si $P \leq 2T$.Ce diagramme permet de déterminer la période sèche.

Autrement dit, la période sèche est Obtenue quand on a les précipitations (mm) inférieures ou égale au double de la température (°C).

Pour l'Atlas Blidéen, cette période (saison) varie de 4 et 5 mois respectivement pour Médéa, Blida, Tablat, Benchicao (les durées sont intermédiaires),et pour Chréa la période sèche est de3 mois.

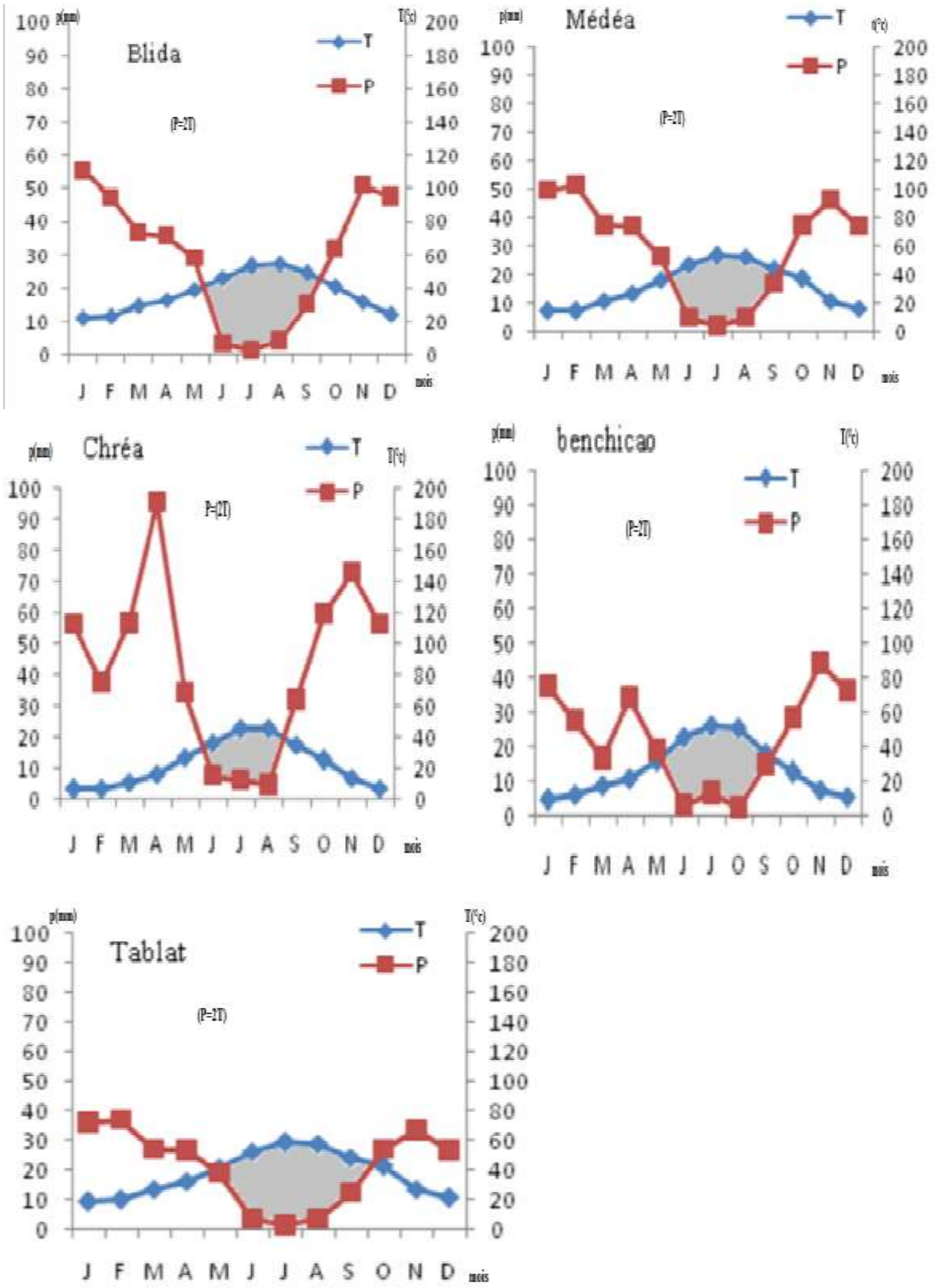


Figure 07: Diagrammes ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) des Stations -période (1990- 2015).

L'examen des deux diagrammes ombrothermiques indique que le climat de la région d'étude, aux stations de Blida, Médéa, Benchicao, ce caractéristique par une période Sèche qui dure presque 5 mois (de mai à septembre) (pour 1990-2015).

1.1.8.2 Climagramme d'EMBERGER (1930_1955)

Emberger (1955), propose un quotient pluviothermique Q2 pour l'analyse des formes climatiques méditerranéennes, partant du principe que les précipitations annuelles (P) constituent le moyen le plus simple pour caractériser la sécheresse, et que la vie du végétale se déroule entre des maximales « M » et des minimales « m ». Il a exprimé le quotient pluviothermique par la formule suivante:

$$Q2 = 1000\,P / (M+m/2)(M-m) = 2000\,P / M^2-m^2$$

Cette formule exprime la xéricité du climat méditerranéen car le climat est d'autant plus sec que le Q2 est plus petit. La valeur du quotient pluviométrique varie en fonction inverse du caractère xérique du milieu. L'aridité du climat s'accentue avec la diminution du Q2.

- **Q**2 : Quotient pluviométrique.
- **P** : Pluviosité moyenne annuelle en mm
- **M** : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en degré Kelvin.
- **m** : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid en degré Kelvin.
- **M+m/2 :** Température moyenne.

$$T(°K) = T(°C) + 273{,}2°C$$

Tableau 4 : Valeurs de quotient d'EMBERGER et températures minimales du mois le plus Froid de la période (1990-2015).

	(1990- 2015)	
Période		
Stations	**Q2**	**M**
Médéa	**80**	**3.015**
Blida	**88.13**	**7.2**
Chréa	**136.46**	**0.41**
Benchicao	**58.78**	**1.001**
Tablat	**55**	**4.96**

Les valeurs de quotient (Q2) d'EMBERGER des stations de l'Atlas Blidéen durant la période (1990-2015) varient entre 55 à Tablat et de 58.78 à Benchicao, passe de 88,13 au Blida jusqu'au 136,46 au sommet de Chréa.

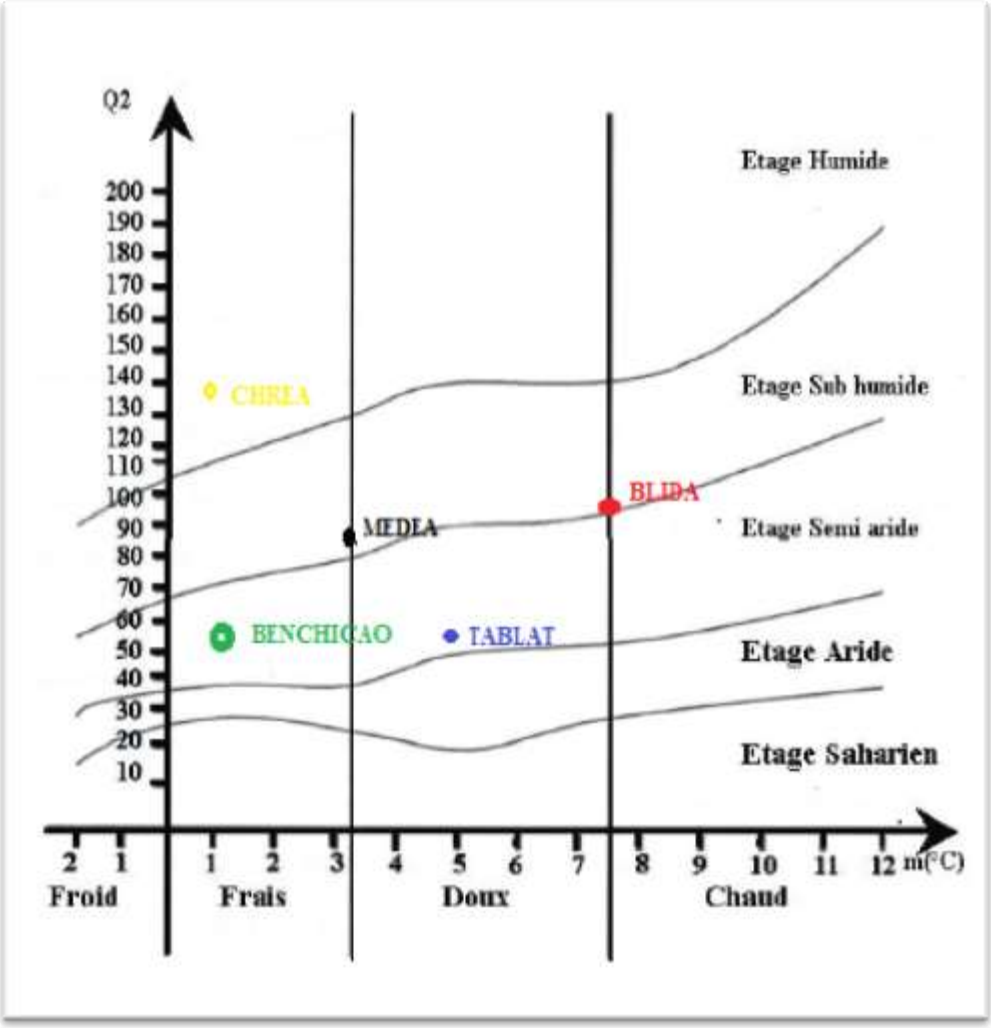


Figure 08 : Position des stations sur Climagramme d'EMBERGER (1955)- période (1990-2015)

Ces résultats montrent que la région de l'Atlas Blidéen se caractérise par une succession d'étages bioclimatiques allant du humide frais à Chréa, subhumide chaud à Blida, subhumide frais à Benchicao, jusqu'au semi-aride tempéré à Tablat à la période récente (1990-2015).

1.1.8.3 Les indices de continentalité

1.1.8.3.1 La continentalité pluviale

La continentalité pluviale, représentée par le coefficient « C », est déterminée comme étant le rapport de la somme des précipitations des 6 mois les plus chauds (PI) soit de mai à octobre et de la somme des précipitations des 6 mois les plus froids (PII), soit de novembre à août **(Sadki, 1988).**

C= P6 mois plus chauds/ P6 mois plus froids
PI= P6 mois plus chauds ; PII= P6 mois plus froids.

La continentalité thermique

La continentalité thermique est exprimée par l'indice K'. Ce dernier est modifié par **Daget (1977)** qui y associe le critère altitudinal et la formule s'écrit comme suit :

$$K' = [1,7A / \sin(\rho + 10 + 9h)] - 14$$

- **A** : Amplitude thermique moyenne annuelle en °C (T max – T min)
- **ρ**: Latitude en degré arc
- **h:** Altitude en Kilomètre

L'amplitude thermique est exprimée par M-m, elle exprime le caractère de la continentalité du climat.

Tableau 5: valeurs de continentalité thermique et pluviale de la période (1990-2015)

	Période (1990-2015)		
Stations	**A**	**K'**	**C**
Médéa	19.4	26.47	0.352
Blida	15.99	22.24	0.331
Chréa	19.66	24.46	0.531
Benchicao	21.52	29.93	0.417
Tablat	20.06	30.23	0.352

Selon ce tableau, pour la période récente (1990-2015), les indices de continentalité thermiques Blida présentent les coefficients les plus faibles avec respectivement 22,24, ensuite par les stations de Médéa et Benchicao à 26,47 et 29,93, la station de Tablat présente les coefficients la plus élevé avec respectivement 30.23. Sachant que les indices de continentalité pluviaux, les stations de Blida enregistrée la valeur le plus faible respectivement avec 0,331 ensuite Médéa (0.352) et Benchicao (0.417). La valeur la plus élevée enregistrée à Chréa avec 0,531.

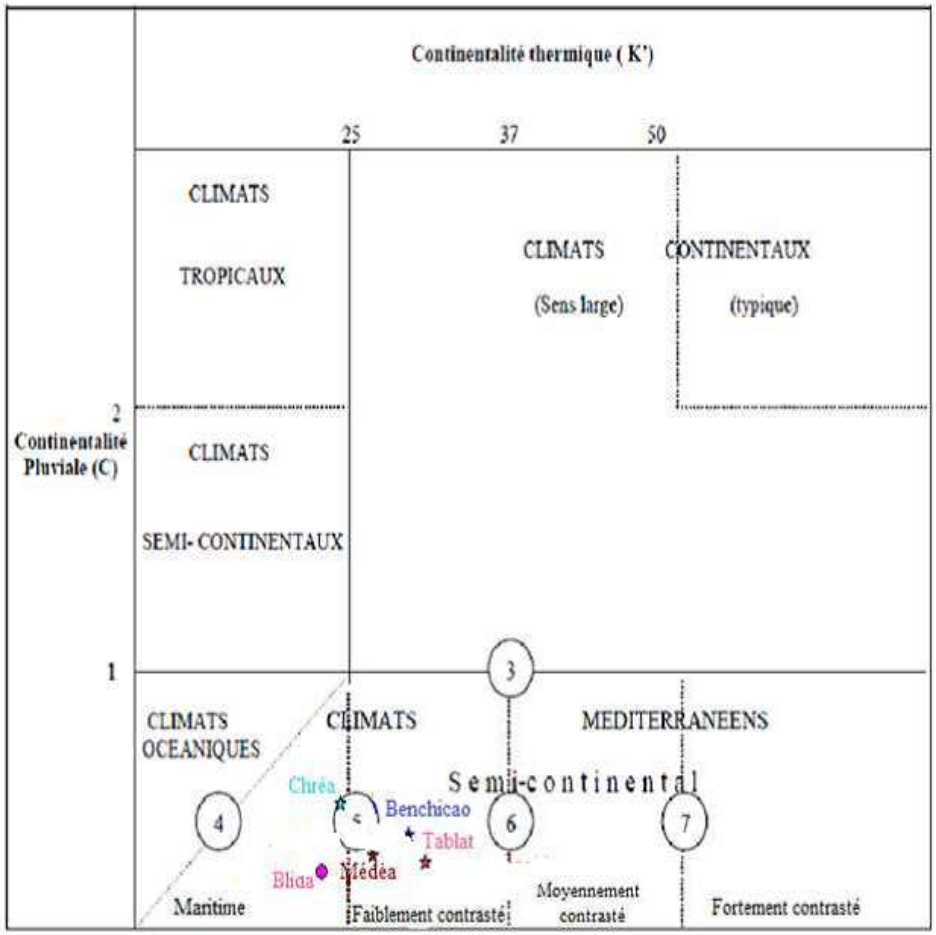


Figure 09 : Diagramme de l'expression synthétique de la continentalité des stations - période (1990-2015)

2 CADRE BIOTIQUE

2.1 Diversité phytogéographique

Les territoires phytogéographiques de l'Algérie ont été décrits, à quelques nuances près, par divers botanistes ***:*** **Lapie, 1909 et 1910 ; Maire, 1926 ; Quezel et Santa, 1962 ; Barry et al. 1974.**

Selon les classifications phytogéographiques de l'Algérie établie par **Maire(1962), Quezel et Barry et *al*. (1976) inYahi (2007)** et récemment les travaux de **Meddour (2010)** la classification phytogéographique du massif Blidéen est résumé dans le tableau suivant :

Tableau 6: Classification phytogéographique du massif Blidéen.

Massifs montagneux / Subdivisions phytogéographiques	Atlas blidéen		
	MAIRE (1926)	QUEZEL et *al*. (1962)	BARRY et *al*.(1976)
Region	Med	Med	Med
Sous-region			Eu - Med
Domaine	Maur -Med	Magh – Med	Magh -Med
Secteur	Algérois	Algérois	Algérois
Sous-secteur		Atlas - tellien	
District			

L'Atlas Blidéen appartient à la région Méditerranéenne, sous-région Eu-Méditerranéenne, le domaine Maghrébin-Méditerranéen, le secteur Algérois, le sous-secteur Atlas tellien et le district Atlasique Blido-Ourasenien.

2.2 Les principaux éléments phytogéographiques

La flore actuelle, remonte à la fin du Miocène, période au cours de laquelle, des modifications sont survenues au niveau des climats et de la composition des flores.

Selon **Lemee (1967)** « Le bassin méditerranéen a subi au territoire, du fait du plissement alpin, des transformations profondes dans sa configuration géographique, suivies des vicissitudes climatiques du quaternaire et d'une occupation humaine très précoce».

2.2.1 Flor et végétation

La flore de l'Atlas Blidéen fait partie de la flore Nord-Africaine qui montre généralement une affinité étroite avec celle du domaine méditerranéen, caractérisé dans son ensemble par ses conditions xérothermiques **(Maire, 1963 in Halimi, 1980).**

Selon **Halimi (1980)** il existe dans l'Atlas Blidéen six associations végétales :

- **La formation à pin d'Alep *(Pinus halepensis)***

Pour ce qui est du pin d'Alep *(Pinus halepensis Mill.)* essence par excellence xérophile, il s'associe généralement à d'autres essences, formant ainsi des beaux peuplements mixtes notamment sur djebel Feraoun. Il occupe la plus grande superficie de l'Atlas Blidéen (3345 ha). Sur les versants Sud, on peut le rencontrer à Imma Hlima à l'état pur accompagné du pistachier, diss, de bruyère et du calycotome spinosa. Cette station est d'environ 564 ha. À El Hamdania, il couvre une superficie d'environ 4325 ha couvrant le djebel Azrou mouch jusqu'à Takitount. Sur djebel Mouzaia, il couvre 2025 ha aux altitudes de 900m **(Halimi 1980).**

- **La formation La formation du chêne vert *(Quercus ilex)***

La formation du chêne vert *(Quercus ilex)* est omniprésente dans l'Atlas Blidéen ***(*Halimi, 1980 ; Meddour, 1994)**. Il est un arbre de montagne, rustique et extrêmement plastique. Il est sans conteste l'essence dominante du parc, nous le retrouvons aussi bien sous les régimes du maquis que de futaie; en formation dense et claire que pure et en mélange sur une superficie de 173ha. Il occupe la tranche altitudinale de 700m à 1400m voire 1500m, sous les ambiances bioclimatiques subhumide, humide et localement per humide tempérée et fraîche.

- **La formation du cèdre *(Cedrus atlantica)***

Constitué de forêt de cèdre Cedrus atlantica qui se développe sur une superficie de 1245 ha sur le djebel Gueroumêne et la forêt de Béni Salah embrassant sur une partie le versant Nord du parc, balcon de la Mitidja et une autre partie plus restreinte sur le versant Sud. Le cèdre de l'Atlas occupe les sommets schisteux de la région centrale du Parc National de Chréa sur des conglomérats à roche mère généralement calcaire. Il occupe l'étage méditerranéen supérieur à 1000m d'altitude (1350 m à 1600m), et évolue dans le bioclimat per humide frais **(Halimi 1980).**

- **Du chêne zene *(Quercus mirbekii)***

Le chêne zeen (*Quercus faginea Lamk.*ou *Quercus mirbekii*) n'existe sur le territoire du parc qu'à l'état résiduel. On le retrouve sur les altitudes de 300 à 450 m au niveau des stations fraîches et humides du djebel Tamezguida. Quelques bouquets subsistent sur le versant Nord du djebel Mouzaia à une altitude de 1200m à 1400m (**Meddour, 1992).** D'autres pieds ou bouquets de chêne zeen sont observés sur des sites humides comme celui concernant l'oued

Chiffa et le long des ravins frais et humides, faisant partie du cortège de la ripisylve, qui compte un grand nombre d'espèces végétales telles que : l'érable, laurier tin, et laurier noble.

- **La formation du chêne liège *(Quercetum suberis)***

La formation du chêne liège *(Quercetum suberis)* par contre est éparse et à l'état fragmentaire ; elle se développe entre 400 et 700 m d'altitude. Il se trouve généralement sur les versants septentrionaux, sur le versant Nord du djebel Feraoun et djebel Guerroumène et atteint les 1100m au djebel Tamezguida. Sur les hauteurs de la région humide de Chréa et sous le bioclimat humide tempéré, la subéraie se présente en futaie à strate arbustive **(Halimi 1980).**

- **La formation de l'olivier *(Olea europaea)***

L'Oliveraie (Olea europaea) est éparse et elle est à l'état fragmentaire ; elle se trouve souvent sur les versants septentrionaux dont le développement aux piémonts de l'Atlas Blidéen est très restreint en raison, essentiellement de l'action anthropozoïque **(Zeraia, 1981 ; Meddour, 1994).**

- **La formation à ripisylves**

Les formations ripisylves sont des formations particulières à caractère zonal, liées strictement aux ravins et fonds de vallons. Elles sont caractérisées par des conditions écologiques propres à elles, de par leur ambiance humide et fraîche essentiellement.

De ce fait, la végétation qui y pousse est souvent particulière. On y rencontre des espèces telles que : les saules, le houx, le frêne, le châtaignier, l'érable, le laurier noble, le micocoulier, et l'orme. Dans les régions, de Meurdja, de Chréa et au niveau du djebel Mouzaia, nous y avons trouvé du laurier rose *(Nerium oleander),* du "laurier noble" *(Laurus nobilis),* du saule *(Salix pedicellata)* **(Halimi 1980).**

- **Les terrains vides**

Ce sont les espaces dénudés plus les pelouses couvertes par un tapis herbacé **(Halimi 1980).**

2.3 Les étages de végétations caractérisent l'Atlas Blidéen

Les étages de végétations caractérisent l'Atlas Blidéen sont :

- **Le Supra-méditerranéen** : identifié par **Meddour (1994**), correspondant aux forets caducifoliées, zenaie, érablière et cédraie et à la série du chêne vert **(Dahmani, 2000).**
- **le Méso-méditerranéen** : il correspond à la série du chêne vert **(Dahmani, 2002)** et à la série du chêne liège **(Meddour, 1994).**
- **le Thermo-méditerranéen** : il caractérise les massifs sublittoraux. Du point de vue phytocoenotique, il correspond à la série thermo-méditerranéenne du Quercus rotundifolia dans les massifs algérois **(Dahmani, 2002)** et la série à olivier-lentisque **(Meddour, 1994).**

2.4 La faune

Atlas blideen abrite plus de 100 espèces d'oiseaux et une vingtaine d'espèces de mammifères. Parmi les mammifères les plus connus, nous citons: le singe magot, la genette, le lynx, l'Hyène rayé, la mangouste, le Porc-épic, le Chacal doré, le renard, le Sanglier. La loutre et la belette demeurent des espèces rares et/ ou en régression. Les rapaces espèces sont surtout représentés par: l'aigle royal, l'aigle de bonelli, le faucon pèlerin, le vautour fauve, le percnoptère d'Egypte. Nous rencontrons aussi dans ces lieux d'autres vertébrés tels que les lézards et les amphibiens (**PNC**).

CHAPITRE 02 : MATÉRIEL ET MÉTHODES

1 Notions fondamentales des SIG et télédétection.

1.1 Concept de système d'information géographique

1.1.1 Définitions d'un SIG

SIG signifie «Système d'Information Géographique» c'est la traduction de l'acronyme anglais GIS, qui signifie à la fois geographic information system et geographic information science.

Parmi les définitions qui existent jusqu'à présent, nous avons opté la définition américaine qui nous a parait complète émane du Comité Fédéral de Coordination Inter-Agences pour la Cartographie Numérique **(FICCDC, 1988)**, ce comité définit le Système d'Information géographique comme « Un système informatique de matériels, de logiciels et de processus, conçus pour permettre la collecte, la gestion, la manipulation, l'analyse, la modélisation et l'affichage de données à référence spatiale, afin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement et de gestion » Nous ajoutons aussi « de personnels capables de saisir, stocker, mettre à jour, manipuler, analyser et présenter toutes formes d'informations géographiquement référencées ».

C'est un outil doté d'un système de gestion de base de données (SGBD) et de différents outils permettant d'analyser différentes informations géographiques **(Denegre et Salge ,1996).**

1.1.2 Principe général d'un SIG

1.1.2.1 Un affichage sous forme de couches d'information (concept de couche)

Le SIG stocke les informations sur le monde en une série de couches thématiques (ou couvertures). Cette approche simple mais puissante et universelle permet d'organiser la complexité du monde réel en une représentation simple pour faciliter la compréhension des relations entre les objets géographiques. Chaque couche contient des objets de même type (routes, bâtiments, cours d'eau, limites de communes, entreprises,…). Chaque objet est constitué d'une forme (géométrie de l'objet) et d'une description, appelé aussi sémantique. Toutes les couches peuvent être alors considérées comme des variables géographiques **(Denegre et Salge ,1996).**

1.1.2.2 La géométrie des objets

Le niveau géométrique est la description de la position et de la forme des objets. La position peut s'exprimer par la latitude et la longitude des objets (ou des points qui composent ces objets) ou par des coordonnées x, y dans un système de projection. Les objets peuvent être identifiés sous forme de points (villes, exploitations agricoles,…), d'arcs ou de lignes (routes, chemins de fer,…) et de polygones ou de surfaces (communes, occupation du sol,…) **(Denegre et Salge ,1996).**

1.1.3 Les composantes d'un SIG

Un SIG est formé de quatre composantes majeures qui sont le matériel, les logiciels, le personnel et enfin les données qui sont la composante centrale d'un SIG. Les SIG sont un « ensemble comportant des logiciels, des matériels et des données informatiques, ainsi que des spécialistes destinés à faciliter la manipulation, l'analyse et la présentation de l'information géo référenciée » **(Gilliot, 2000).**

1.1.4 Mode de représentation des données dans les SIG

1.1.4.1 Les données alphanumériques ou non graphiques

Il s'agit des données qualitatives et des données quantitatives ou numériques. Les données non-graphiques correspondent aux attributs définissant les objets. Parmi les données attributaires on signalera l'existence des métas données qui regroupent toutes les informations permettant de préciser la signification ou encore la qualité d'une donnée : échelle d'origine d'une carte scannée, protocole détaillé de collecte de données **(Poidevin, 1991 in Afir et Kedia, 2008).**

1.1.4.2 Les données graphiques (géographiques)

Il existe deux modes de données géographiques, le mode raster et le mode vecteur :

Premièrement, **les rasters** (ou en maille**)** qui correspond à la notion d'image (images bit Map). Ils sont des matrices divisées en lignes et en colonnes et dont chaque intersection correspond à un pixel qui est la plus petite unité de surface sur laquelle on possède une information, l'introduction des données dans un SIG par la technique de scannérisation (scénarisation) conduit à des données de type raster **(Poidevin, 1991 *in Afir et Kedia*, 2008).**

Les vecteurs sont constitués de polygones, lignes et de points, la représentation s'effectuant sous forme d'entités ou d'objets, ce mode permet la représentation des objets dans un espace continu, cette structure de données correspond à la notion de carte, il est le mode le plus utilisé dans le monde des SIG modernes, se justifie par le traitement facile et la possibilité d'organiser et stocker les informations géographiques sous forme de bases de données **(Poidevin, 1991 *in Afir et Kedia*, 2008).**

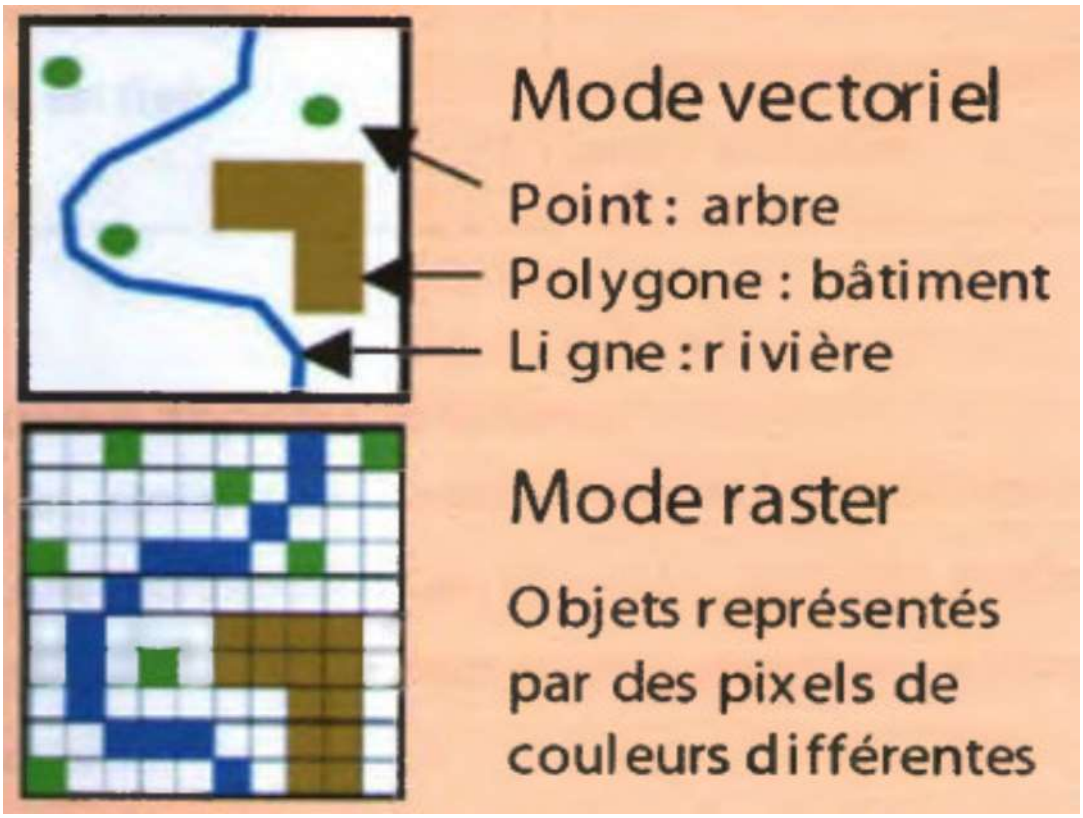


Figure 10: Modes de représentation vecteur et raster **(Krafft et *al*. 2005)**

1.1.5 L'objectif de SIG

1.1.5.1 L'abstraction

Abstraire revient à concevoir un modèle qui organise les données par composants géométriques et par attributs descriptifs ainsi qu'à établir des relations entre les objets, c'est la transformation du réel en un ensemble de couches **(Taibaoui, 2008).**

1.1.5.2 Acquisition (entrée des données)

C'est la collecte de l'information, la première étape une fois le modèle de donnée choisi, cela se fait de multiples façons, manuellement ou non, interactivement ou par lecture de fichiers ou de table d'information **(Ferka-zazou, 2006).**

Elle concerne le sous-système d'entrée des données qui permet la saisie, la collecte et la transformation des données graphiques et descriptives sous forme numérique **(Mezrag, 2006).**

1.1.5.3 Archivage (la gestion des données)

C'est le sous-système de stockage et de gestion des données **(Mezrag, 2006),** elle consiste à transférer les données de l'espace de travail vers l'espace d'archivage (disque dur) **(Taibaoui, 2008).**

1.1.5.4 Analyse des données

C'est la manipulation des données qui permet de définir et d'exécuter un traitement sur les données pour produire des informations dérivées **(Mezrag, 2006).**

Elle comprend l'interaction, l'union et la jonction des couches ; la recherche et la sélection des éléments obéissant à des critères déterminés ; la mesure dans l'espace (distance entre deux points, volume, surface d'un polygone, etc.), l'analyse statistique (écart type, minimum, maximum, pourcentage, histogramme, somme, etc.).

1.1.5.5 Affichage (sortie des données)

La sortie est la conversion des données d'un produit cartographique sur papier ou sur écran, l'affichage de ces données est représenté sous différentes formes : cartes imprimées, tableaux de données, des figures ou des graphes **(Taibaoui, 2008).**

1.1.5.6 Réalisation d'une carte et mise en page

Une carte est une représentation géométrique plane, simplifiée et conventionnelle de tout ou partie de la surface terrestre dans un rapport de similitude convenable qu'on appelle l'échelle **(Joly, 1974).**

Elle nécessite une mise en pages globale sur l'espace du support dévolu à la carte : cela implique la disposition de l'espace cartographié à un endroit adéquat, laissant une place suffisante au titre, à la légende et à l'échelle de la carte **(Steinberg , 2003).**

Afin d'organiser, d'équilibrer, et de hiérarchiser l'information, la mise en page conditionne aussi l'esthétique d'une carte dont le but est de créer une image cartographique qui favorise au mieux la transmission du message à exprimer **(Chadli , 2012).**

-Les cartes représentées nécessitent divers éléments :

L'échelle : est un élément fondamental en cartographie dans la mesure où toute carte constitue obligatoirement une réduction par rapport à la réalité du terrain, l'échelle conditionne par conséquent toute les opérations d'élaboration d'une carte **(Rouleau ,1991).**

Les projections cartographiques : il existe de multiples formes de projections cartographiques, deux séries de critères suffisent à les caractériser : la réduction des altérations et les surfaces de projection **(Rouleau ,1991).**

La réduction des altérations : à cet égard on distingue deux grands types : les projections conformes qui conservent les rapports d'angles sur la carte par rapport à la terre ; et les projections équivalentes qui assurent les conservations des rapports de surfaces **(Rouleau ,1991).**

Les surfaces de projection : il existe trois grands types ; les projections cylindriques, coniques, et azimutales ou stéréographiques **(Rouleau , 1991).**

1.1.6 Les éléments d'un SIG

Un SIG performant est formé de deux éléments fonctionnant en parfaite synergie : un système de Gestion de Bases de Données (SGBD) et d'une base de données géographique BDG permettant de localiser avec précision les données du SGBD.

La BDG est raccordée à un système de coordonnées terrestre, généralement les méridiens et les parallèles **(Steinberg , 2002).**

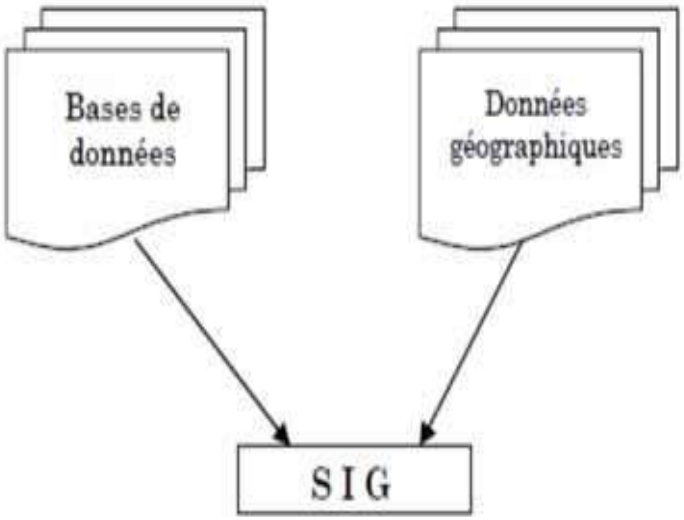


Figure 11 : Eléments d'un SIG **(Steinberg, 2002)**

1.1.7 Définition d'une base de données

« Une base de données est un ensemble structuré de données enregistrées sur des supports accessibles par ordinateurs pour satisfaire simultanément plusieurs utilisateurs de façon sélective et en un temps opportun » **(Adiba et Delobel ,1982).**

1.1.8 Procédure d'élaboration d'une base de données

La collecte de données constitue la première phase de tout traitement automatique. L'objectif principal d'une base de données est de disposer d'un outil de gestion, pour gérer, il est nécessaire de représenter la manière dont interagissent différents éléments du système **(Caloz ,1990) in (Aitbenamer ,1996).**

2 Télédétection

2.1 Définition

Le mot télédétection (en anglais « remote sensing ») désigne l'ensemble des techniques qui permettent d'étudier à distance des objets ou des phénomènes. Le néologisme « remote sensing » fait son apparition aux Etats-Unis dans les années soixante, lorsque des capteurs nouveaux viennent compléter la traditionnelle photographie aérienne. Le terme de télédétection a été introduit officiellement dans la langue française en 1973 et sa définition officielle est la suivante :

La télédétection est définie comme « l'ensemble des connaissances et des techniques utilisées pour déterminer des caractéristiques physiques et biologiques d'objets par des

mesures effectuées à distance, sans contact matériel avec ceux-ci» **(Commission française interministérielle de terminologie de la télédétection aérospatiale, 1988. *In* Kergomard, 2004).**

La télédétection englobe tout le processus qui consiste à capter et à enregistrer l'énergie d'un rayonnement électromagnétique émis ou réfléchi, par une cible quelconque, et aussi à traiter et à analyser l'information, pour ensuite mettre en application cette information **(Soudani, 2005 ; Guillet, 2005).**

La télédétection est un moyen très commode de créer les données à introduire dans les SIG, il s'agit en effet d'utiliser, dans des conditions particulières et rigoureuses, soit les photographies aériennes, soit les images enregistrées et transmises par satellite **(Sauvagnargues-Lesage et *al.* 2005 ; Lamine et *al.* 2014, 2017, 2019 ; Evans et *al.* 2018).**

2.2 Principe de la télédétection

Le principe de base de la télédétection est similaire à celui de la vision de l'homme. La télédétection est le fruit de l'interaction entre trois éléments fondamentaux ; une source d'énergie, une cible et un vecteur (Figure12).

La cible : est la surface de terre captée par le satellite.

La source d'énergie : c'est le flux de photons ou l'onde électromagnétique émet par l'élément qui éclaire la cible.

Le vecteur : appelé aussi plate-forme de télédétection mesure le rayonnement Electro magnétique de l'énergie solaire réfléchie par la cible le vecteur peut être un satellite un avion **(Soudani, 2005).**

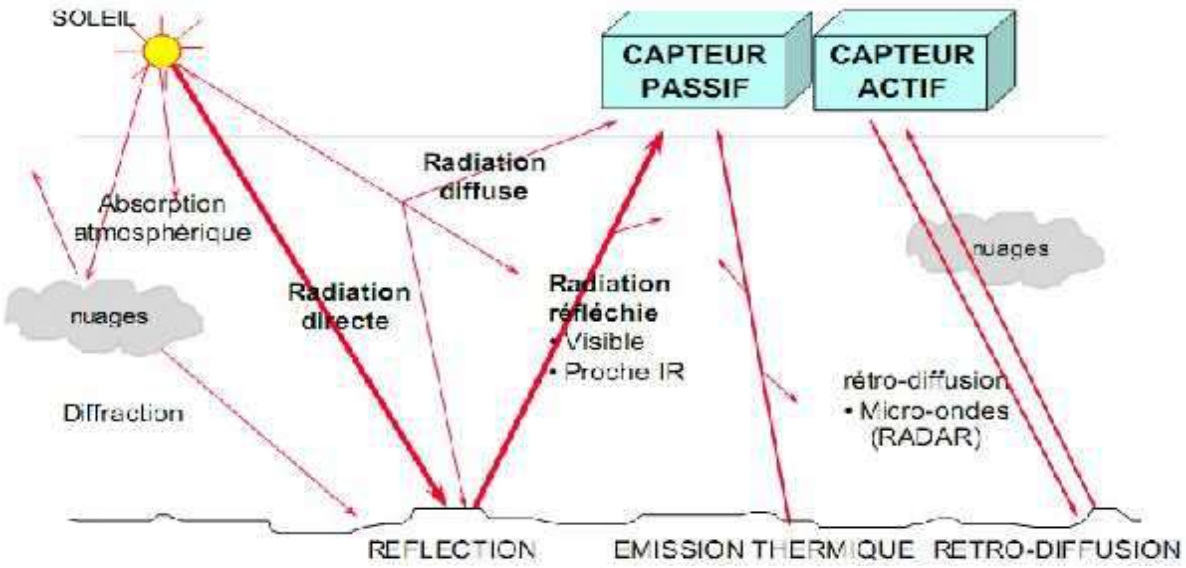


Figure 12: Principe d'un système de télédétection **(IGN. 2008)**

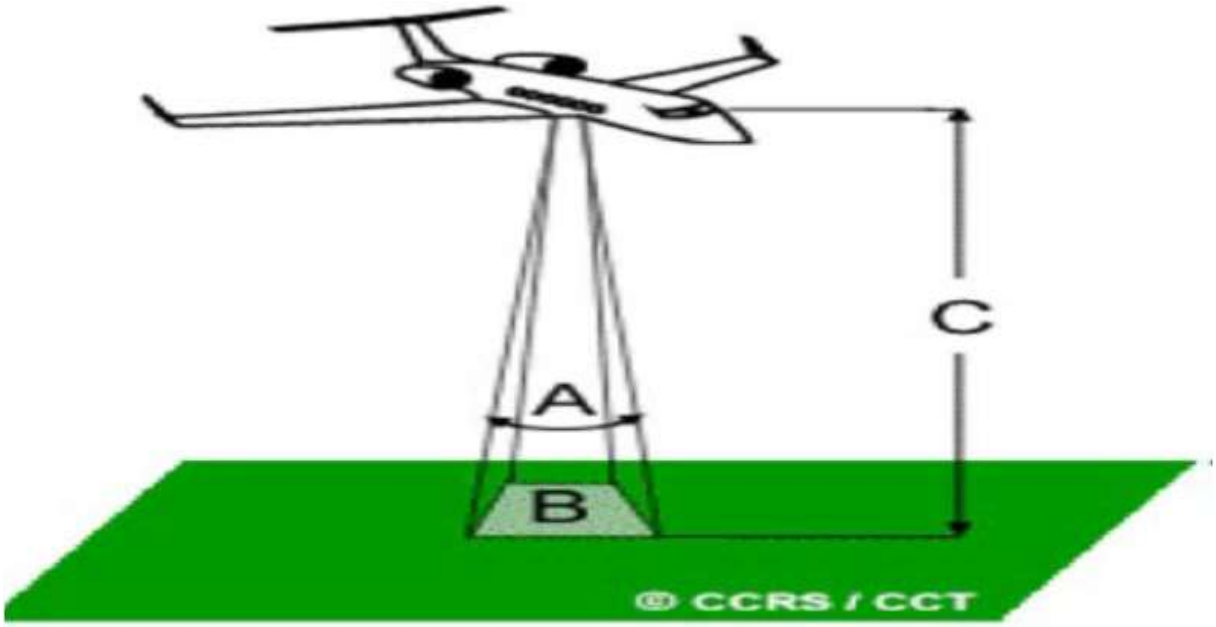
2.3 Les caractéristiques des images satellitaires

Dans la mesure des données de télédétection où il existe différents types d'images, obtenues depuis des plateformes aéroportées ou satellitaires, sont le plus souvent des images numériques structurées sous forme de matrices spatialisées, il convient de s'attacher à comprendre les spécificités de chacun d'eux, afin de savoir ce que chaque type peut apporter et de choisir entre les différentes combinaisons vecteur / capteur, il faut notamment prendre en compte trois caractéristiques : la résolution spectrale, la résolution spatiale et la résolution temporelle **(Servadio, 2011).**

2.4 Les type de résolutions

2.4.1 La résolution spatiale

La résolution spatiale correspond à la taille du plus petit objet perceptible dans une image, il s'agit du pixel, qui est la plus petite surface homogène constitutive d'une image numérique, généralement la résolution spatiale est exprimée en mètre **(Clark, 2004).** La RS étant la fonction de la dimension du plus petit élément qu'il est possible de détecter dépend de son Champ de vision instantanée (CVI) qui est le cône visible du capteur (A) et de sa cellule de résolution aire de la surface visible à une altitude donnée et à un moment précis (B) comme elle représente la (figure13) **(CCRC/CCT.2008).**



A : Cône visible du capteur.

B : Aire de la surface.

C : Hauteur émetteur-récepteur.

Figure 13 : Signature spectrale sur la surface de la Terre **(CCRC/CCT.2008)**

2.4.2 Résolution radiométrique

La résolution radiométrique décrit la capacité de reconnaître de petites différences dans l'énergie électromagnétique et distinguer deux quantités d'énergie voisines, Par une plage dynamique : gamme de longueurs d'onde à l'intérieur de laquelle un capteur est sensible exemple : capteur utilisant 1 bit, 8 bits (figure 13) **(Wiederkehr et *al,* 2008).**

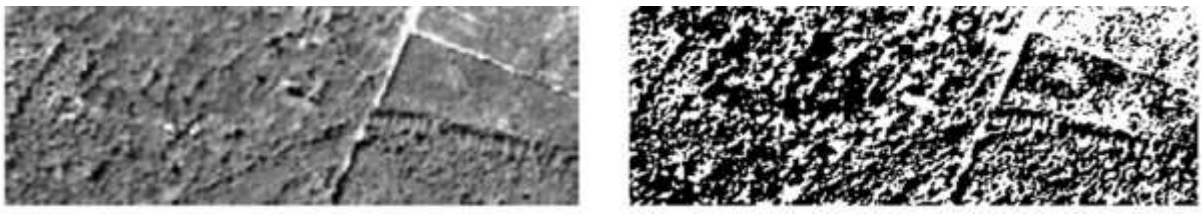


Image en 8 bits **Image en 1 bit**

Figure 14: Différence de l'absorbance de l'énergie électromagnétique entre 1 et 8 bits

(CCRC/CCT.2008)

Le rayonnement réfléchi par les cibles au sol et enregistré par le capteur est codé en format numérique binaire et l'image résultante est en niveaux de gris **(Wiederkehr et *al,* 2008).**

2.4.3 Résolution spectrale

La résolution spectrale correspond à l'aptitude du capteur à distinguer des rayonnements électromagnétiques de fréquences différentes, étant donné que les objets n'absorbent pas tous la même partie du rayonnement solaire, le spectre du rayonnement réfléchi sera différent en fonction de chaque objet **(Wiederkehr et *al,* 2008).**

La spectrale est définie par le nombre de bandes ; la largeur des bandes du capteur et le pas d'échantillonnage spectral de l'instrument **(Clark, 2004).**

On qualifie un capteur de haute résolution spectrale lorsque la largeur des bandes est étroite et de résolution hyper spectrale lorsque les bandes sont à la fois étroites.

Une amélioration de la résolution spectrale se traduit souvent par une meilleure appréciation de la signature spectrale de la surface considérée **(Robin, 1999).**

2.4.4 Résolution temporelle ou répétitivité

C'est le cycle de passage du satellite effective : dépend de la zone de chevauchement entre les fauchées adjacentes, de la capacité du satellite et de ses capteurs et de latitude **(Soudani, 2005 ; Petropoulos et *al,* 2016 ; Suman et *al,* 2018 ; Deng et *al,* 2019a, 2019b).**

2.5 Interférences atmosphériques

Avant que le rayonnement électromagnétique utilisé pour la télédétection n'atteigne la surface de la Terre, celui-ci doit traverser une certaine épaisseur d'atmosphère, les particules et les gaz dans l'atmosphère peuvent dévier ou bloquer le rayonnement incident. La diffusion se produit lors de l'interaction entre le rayonnement incident et les particules ou les grosses molécules de gaz présentes dans l'atmosphère.

Les particules dévient le rayonnement de sa trajectoire initiale. Le niveau de diffusion Dépend de plusieurs facteurs comme la longueur d'onde, la densité de particules et de molécules, et l'épaisseur de l'atmosphère que le rayonnement doit franchir **(Centre canadien de télédétection, 2008).**

2.6 Réponse spectrale de la végétation

En télédétection, le terme végétation fait référence à la chlorophylle, Toutefois, Le Comportement spectral dépend de la nature de l'espèce, du stade de développement, du taux de recouvrement et de l'état du peuplement **(Douaoui, 2005).**

Les facteurs influençant la réflectivité de la végétation peuvent être classés en quatre groupes :

Structure de la feuille (structure interne, surface de la Feuille, contenue en eau, chlorophylle).

Géométrie de la feuille (orientation, inclinaison).

Assemblage des feuilles (recouvrement, disposition,).

Structure canopée (lisse, rugueuse, Ouverte, fermée) **(Girard & Girard, 1989).**

La végétation en générale possède une réflectance :

-Très faible dans le rouge (~660nm) et le bleu (~450nm) ;

-Faible dans le vert (~546nm) ;

-Élevée dans le proche infrarouge (0,7-1 μm).

Ces valeurs peuvent varier en fonction de la teneur en eau de la plante, de la structure des feuilles, de leur densité, âge **(Guyot, 1984).**

2.7 Indice de végétation (Normalised Difference Végétation Index)

L'indice de végétation est un outil utilisé dans les domaines environnementaux et pour l'agriculture en particulier, car il fournit des informations sur la verdeur et l'état de la végétation. La formule de calcul du NDVI est : **(DERDJINI H., 2017)**

NDVI= Pir-R / Pir+R

La normalisation par la somme des deux bandes permet de réduire les effets d'éclairement. Le NDVI conserve une valeur constante quel que soit l'éclairement global, contrairement à la simple différence entre la bande PIR et Rouge (indice de végétation simple), qui est très sensible aux variations d'éclairement. Cet indice normalisé est sensible à la vigueur et à la quantité de la végétation.

Les valeurs du NDVI sont comprises entre -1 et +1, les valeurs négatives correspondant aux surfaces autres que les couverts végétaux, comme la neige, l'eau ou les nuages pour lesquelles la réflectance dans le rouge est supérieure à celle du proche infrarouge. Pour les sols nus, les réflectances étant à peu près du même ordre de grandeur dans le rouge et le proche infrarouge, le NDVI présente des valeurs proches de 0.

Les formations végétales quant à elles, ont des valeurs de NDVI positives, généralement comprises entre 0,1 et 0,7.

Les valeurs les plus élevées correspondant aux couverts les plus denses **(Rouse et *al*, 1974).**

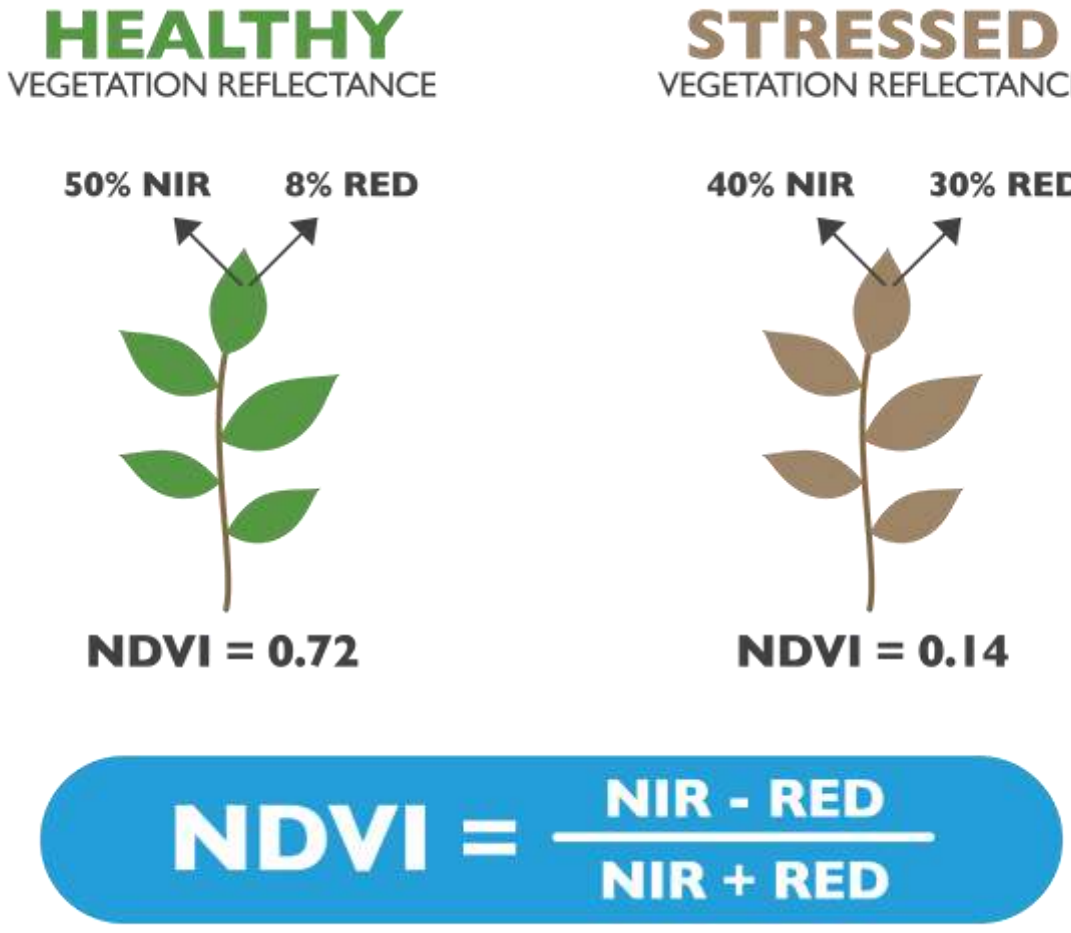


Figure15 : Variation de NDVI en fonction de la santé de la végétation **(Illustration by Robert Simmon, NASA GSFC)**

La puissance de cet indice réside dans sa capacité de distinguer même entre les espèces végétales, car il est directement lié à l'activité photosynthétique des plantes et donc à

la capacité d'absorbation énergétique du couvert végétal, il agit comme indicateur de la biomasse chlorophyllienne des plantes.

Une valeur de NDVI comprise entre 0.5 et 0.8 peut indiquer l'existence d'un couvert végétal dense, dans notre travail, le suivi des cartes de NDVI dans Atlas blidéen ; va-nous permettre évaluer la variation du couvert végétal dans ces deux dernières décennies (2000-2019).

3 MODIS

MODIS est un spectro-radiomètre de moyenne résolution embarqué dans les satellites TERRA (1999) et AQUA (2002), les données fournies par MODIS sont disponibles à des résolutions spatiales de 250m, 500m et 1000m avec une fauchée de 2330 km et une résolution radiométrique de 12 bits, ses images sont acquises dans 36 bandes spectrales (du visible à l'infrarouge thermique).

Du fait de cette diversité de bandes spectrales, les données MODIS sont utilisées pour une grande variété d'applications : surveillance de l'environnement, suivis de couvert végétal des forêts, suivis de l'agriculture, etc. **(Justice et *al.* 1998).**

MODIS balaye la surface terrestre avec un faisceau de dimensions 2 330 km x 10 km en observant sur 36 bandes de résolutions spatiales de 250 mètres (bandes 1 et 2), de 500 m (bandes 3-7) et 1000 m (bandes 8-36). Ces bandes sont enregistrées et étalonnées avec une précision dans le domaine spectral de 0,4 à 14,4 um.

Tableau 7: Les bandes de fréquence de MODIS

(Les bandes exploitées dans cette étude)

Bandes	Largeur de bande
1	**620-670**
2	**841-876**
3	**459-479**
4	**545-565**
5	**1230-1250**
6	**1628-1652**
7	**2105-2155**

- Groupes 1 à 7 sont en nm **(NASA, 2010).**

3.1 Objectif

L'objectif de notre étude, réside dans une étude diachronique sur une période de 20 ans (2000-2019), nous utilisons (23 images satellitaires) chaque année pendant 20ans à résolution 500 m (MODIS images) et en utilise MAP INFO et ENVI pour le traitement et l'analyse des images via l'indice de végétation normalisé (NDVI).

3.2 Méthodologie

3.2.1 Matériel utilisée

Le matériel utilisé dans cette étude comprend

- Un micro-ordinateur
- Le logiciel Map Info 8.0
- Le logiciel ENVI 4.5
- Des images satellitaires MODIS téléchargées à partir du site web USGS

3.2.2 Logiciels

3.2.2.1 Logiciel de télédétection ENVI 4.5

-Le logiciel ENVI 4.5 (Environnent for visualising image) a été utilisé pour les traitements d'images. Il permet la visualisation et l'analyse des données de grande taille de la plupart des formats. Son avantage principal est sa capacité de manipuler plusieurs images multi spectrales, **(El zerey 2014).**

3.2.2.2 Logiciel Map info 8.0

-Map Info est largement utilisé en tant que support d'applications diverses utilisant des données géographiques .Ses quatre fonctions de base sont :

Entrée des données : elle se fait de multiples façons, manuellement ou non, interactivement ou par lecture de fichiers ou de table d'information.

Gestion des données : (alphanumériques et spatiales – Système de Gestion de Base de données relationnel (INFO).

Analyse des données (alphanumériques et spatiales).

Sortie et conversion des données d'un produit cartographique : sur papier ou sur écran (affichage des données sous différentes formes, cartes, tableaux ou graphes) **(El Zerey 2014).**

3.3 Les données satellites MODIS

Sont des synthèses à 16 jours, cela signifiant que les données journalières dans un intervalle de 16 jours ont été analysées afin de ne retenir qu'une seule valeur (la valeur la moins bruitée) pour chaque pixel individuellement. Les données ne sont donc pas réellement à 16 jours et au sein d'une même image, la valeur retenue peut différer entre les pixels, avec des valeurs d'acquisition qui peuvent parfois présenter des écarts d'acquisition de près de 15 jours **(NASA, 2010).**

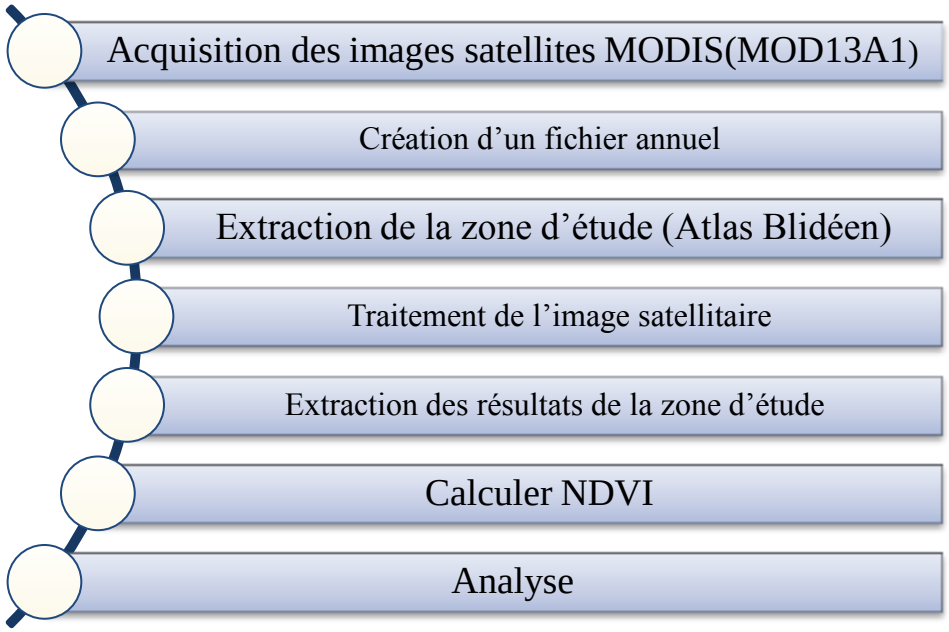
3.3.1 Les images MODIS de résolution 500m

Les données mondiales(MOD13A1) sont fournies tous les 16 jours à une résolution spatiale de 500 mètres en tant que produit quadrillé de niveau 3 dans la projection sinusoïdale. Une couverture mondiale sans nuage est obtenue en remplaçant les nuages par les données climatologiques historiques de la série chronologique MODIS. Les indices de végétation sont utilisés pour la surveillance globale des conditions de la végétation et sont utilisés dans les produits présentant des changements de couvert végétal et de couverture terrestre.

Il existe deux couches de végétation primaires. Le premier est l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI), qui est appelé l'indice de continuité du NDVI dérivé du radiomètre avancé à très haute résolution (NOAA-AVHRR) de la National Oceanic and Atmospheric Administration-Advanced Very High Résolution. La deuxième couche de végétation est l'indice de végétation amélioré (EVI), qui a amélioré la sensibilité dans les régions à forte biomasse. Les critères utilisés sont les nuages bas, l'angle de vue bas et la valeur NDVI / EVI la plus élevée. Les couches de végétation et les deux couches d'assurance qualité (AQ) sont fournies avec les bandes de réflectance 1 (rouge), 2 (proche infrarouge), 3 (bleu) et 7 (moyen infrarouge), ainsi que quatre couches d'observation (**Morton et *al*, 2005).**

3.4 Méthodes

Les étapes de travail sont résumés et schématiser dans organigramme 16 :



Organigramme 16: Etapes de traitements des données satellites (MODIS)

3.4.1 Traitements des données satellites (MODIS)

3.4.1.1 1er étape : Acquisition des images satellitaires MODIS

Télécharger les images MODIS de résolution 500m (MOD13A1) de la période (2000-2019) se fait gratuitement sur le site de la NASA ; l'USGS (US Geological Survey) : Earth Explorer (http : //earthexplorer.usgs.gov/).



Figure 17 : Capture de télécharger des images MODIS de résolution 500 m (2000-2019).

Les données MODIS représentent le meilleur compromis en termes de précision spatiale et répétitivité temporelle. L'accès aux images d'archives nous permet de faire un suivi saisonnier, mais également interannuel de la dynamique de la végétation. La gratuité des données en est un avantage car elle facilite l'accès aux données et la réutilisation des méthodes et outils développés **(Justice et *al,* 1998).**

3.4.1.2 2éme étape : Création d'un fichier annuel

Les étapes de création des fichiers annuels sont :

- Ouvrir le fichier (open external file).
- Chercher le dossier dans lequel (les images télécharger).
- Ouvrir le dossier ; sélectionner tout ; laissez seulement NDVI.
- Sauvegarder dans un dossier ; nommée (NDVI MODIS) ; ex : (NDVI MODIS 2000).

3.4.1.3 3éme étape : Création de la couche dessin de la zone d'étude

Délimitation de la zone d'étude et élimination de toutes les parties de l'image hors de la zone .La réalisation du polygone des limites de la zone d'étude se fait dans le logiciel Map Info 8.0 ; on a fait convertir le vecteur en format mif (projection sinusoïdal).

3.4.1.4 4éme étape : Extraction de la zone d'étude avec ENVI

Superposition de la couche dessin de la zone d'étude (vecteur) sur le fichier annuel avec ENVI 4.5 ; les étapes :

- Ouvrir le fichier Vecteur (open vector file).
- Choisir le fichier vecteur de la zone d'étude (Atlas Blidéen).
- Ouvrir ; ok ; load selected.

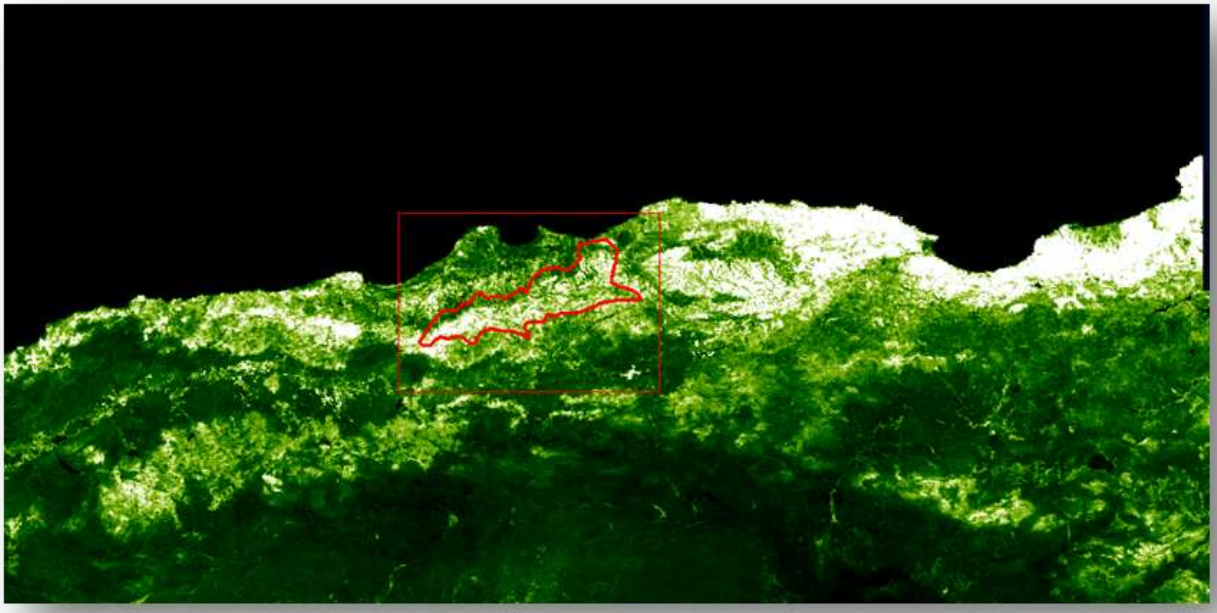


Figure 18 : Capture de la Superposition de la couche dessin de la zone d'étude (vecteur) sur Meta Data**.**

3.4.1.5 5éme étape : Extraction des résultats de la zone d'étude avec ENVI

Les étapes de l'extraction des résultats sont :

- Cliquer sur dossier (File).
- Exporter la couche active vers les ROIs (Export active layer to Rois).
- Couvert tous les enregistrements d'un EVF à un ROI (couvert all records of an EVF to one ROI) Ok.
- Sélectionner (overlay); sélectionner (region of interest); sélectionner (starts).
- Pour en- register; sélectionner (file save results); rennomer; ok.

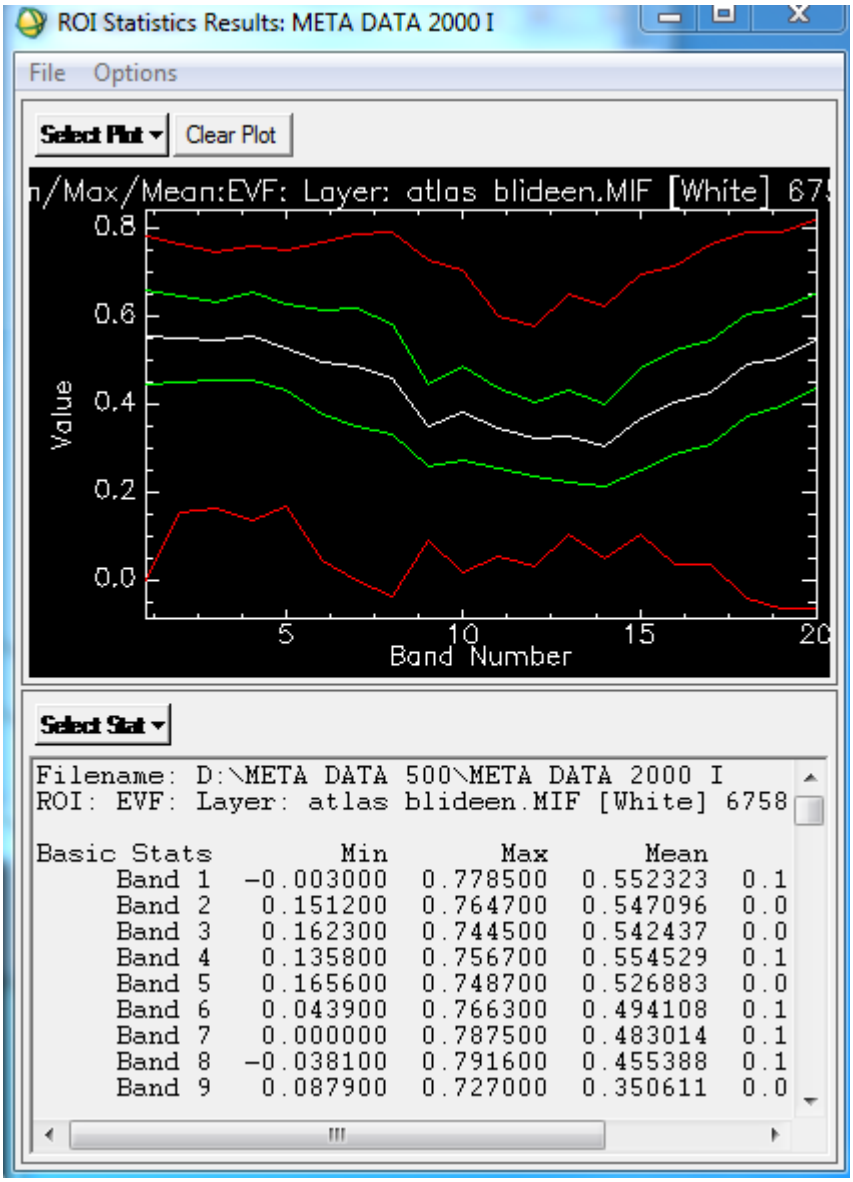


Figure 19 : Extraction des statistiques de la zone d'étude avec ENVI

Pour enregistre les statistique de NDVI dans EXCEL : (Ouvrir Excel; fichier; ouvrir dossier extraction; suivant; suivant ; terminer).

3.4.1.6 Analyse des résultats du calcul NDVI

L'analyse des résultats du calcul NDVI pour (2000-2019) ; nous a permis de suivi le couvert végétal (Atlas Blidéen).

CHAPITRE 03 : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

1 Etude statistique de l'NDVI

- **Objectif**

La démarche méthodologique adoptée repose essentiellement sur l'analyse et l'interprétation du NDVI qui est le rapport de la différence entre la réflectance dans le proche infrarouge et dans le rouge, sur la somme des deux : (NDVI est calculé directement par le logiciel ENVI) ; et comparés avec les données climatiques qui sont les précipitations pendant 20 ans (2000-2019) dans l'Atlas Blidéen.

Les résultats des statistiques de NDVI pour (2000-2019) nous a permis de suivi le couvert végétal ; pour faciliter la compréhension:

- Les valeurs négatives correspondant aux surfaces autres que les couverts végétaux, comme la neige, l'eau ou les agglomérations.
- les valeurs proches de 0 correspondant les sols nus.
- Les formations végétales quant à elles, ont des valeurs de NDVI positives, généralement comprises entre 0,1 et 0,7.
- Les formations végétales denses ont des valeurs de NDVI positives, généralement comprises entre 0,5 et 0,8.

1.1 Analyse mensuelle

1.1.1 Evolution mensuelle du NDVI

Dans cette étude, NDVI est généré pour chaque mois de prise de vue (2000-2019) de la zone (Atlas Blidéen). La vectorisation des produits MODIS permis d'obtenir des résultats (les statistiques de NDVI mensuelle) présentés dans la figure 20.

D'après l'analyse de (la figure 20) qui porte sur l'évolution mensuelle (2000 – 2019) du NDVI de la zone (Atlas Blidéen) ; en remarque une évolution positive avec un NDVI maximal dans le mois de Mars sa valeur (0,618005475) ; et évolution négative avec un NDVI minimal dans le mois d'Aout sa valeur (0,410284275).

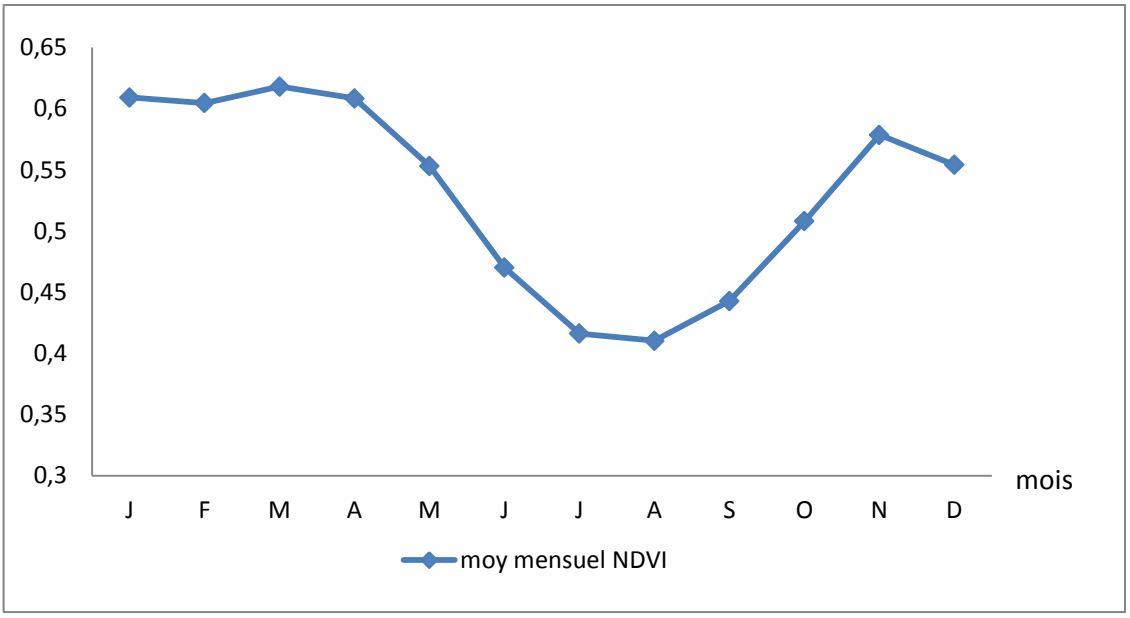


Figure 20: Variation mensuelle (2000-2019) du NDVI dans Atlas Blidéen

1.1.2 Evolution mensuelle du NDVI en fonction des précipitations mensuelle

Les statistiques du NDVI obtenues mensuelle (2000 – 2019) et les données climatiques relatives aux précipitations mensuelle (2000-2015) permet un suivi mensuel de l'état du couvert végétal (Atlas Blidéen) ; les résultats présentés dans le tableau 08 et la figure 21.

Le tableau 8 : suivante représente l'évolution mensuelle du NDVI de la période (2000-2019) en Fonction des précipitations mensuelle de la zone Atlas Blidéen.

MOIS	MOY MENSUEL P (mm)	MOY MENSUEL NDVI	MOY MENSUEL P (mm) CR	MOY MENSUEL NDVI CR
J	**94,10**	**0,60915232**	**1,01423534**	**0,99173914**
F	**80,37**	**0,60452823**	**0,62378785**	**0,932997**
M	**69,69**	**0,61800548**	**0,32025815**	**1,10420529**
A	**91,60**	**0,60842158**	**0,94324489**	**0,98245614**
M	**50,81**	**0,55312103**	**-0,21694846**	**0,27994512**
J	**8,99**	**0,4700277**	**-1,40632298**	**-0,77563165**
J	**7,06**	**0,41613743**	**-1,46115855**	**-1,46022722**
A	**7,59**	**0,41028428**	**-1,44619822**	**-1,53458276**
S	**36,73**	**0,44271953**	**-0,61717989**	**-1,12254128**
O	**73,64**	**0,50800988**	**0,43254594**	**-0,29312476**
N	**99,14**	**0,57849325**	**1,15769522**	**0,60226138**
D	**81,50**	**0,55410958**	**0,65604072**	**0,29250323**

- Les valeurs centrées réduites **« CR »** nous avons utilisé la formule suivante **: = (moy mensuel –MOY (moy mensuel))/Ecart type (moy mensuel).**

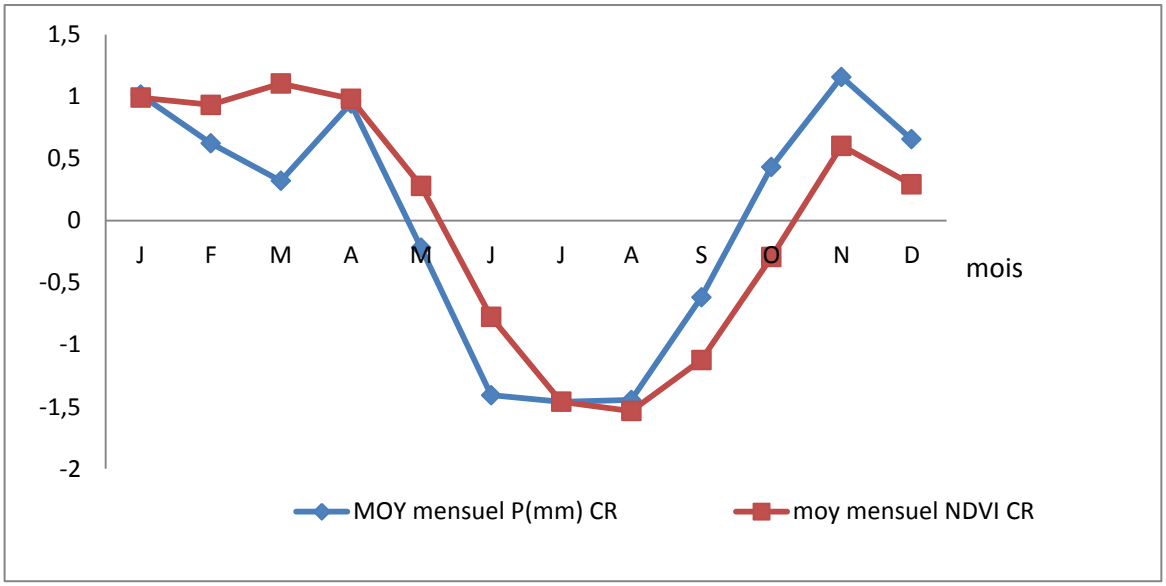


Figure 21: Variation mensuelle (2000-2019) du NDVI dans atlas blideen en fonction des précipitations mensuelle.

D'après l'analyse de la figure21 et le tableau 08 qui porte sur les Variations mensuelle du NDVI (2000-2019) dans Atlas Blidéen en fonction des précipitations mensuelle ; il y a une corrélation entre les deux paramètres. Avec un NDVI maximal dans le moi (Mars) sa valeur CR (1,104205293) ; et un pic maximal de pluviosité dans le mois de Novembre p (mm) (CR)= 1,157695219.

1.2 Analyse saisonnière

1.2.1 Evolution saisonnier du NDVI

Les statistiques du NDVI obtenues saisonnières pendant 20 ans (2000 – 2019) ; permet de suivi saisonnier de l'état du couvert végétal (Atlas Blidéen) ; les résultats présentés dans la figure 22.

La figure suivante représente l'évolution saisonnière du NDVI de la période (2000-2019) de la zone (Atlas Blidéen).

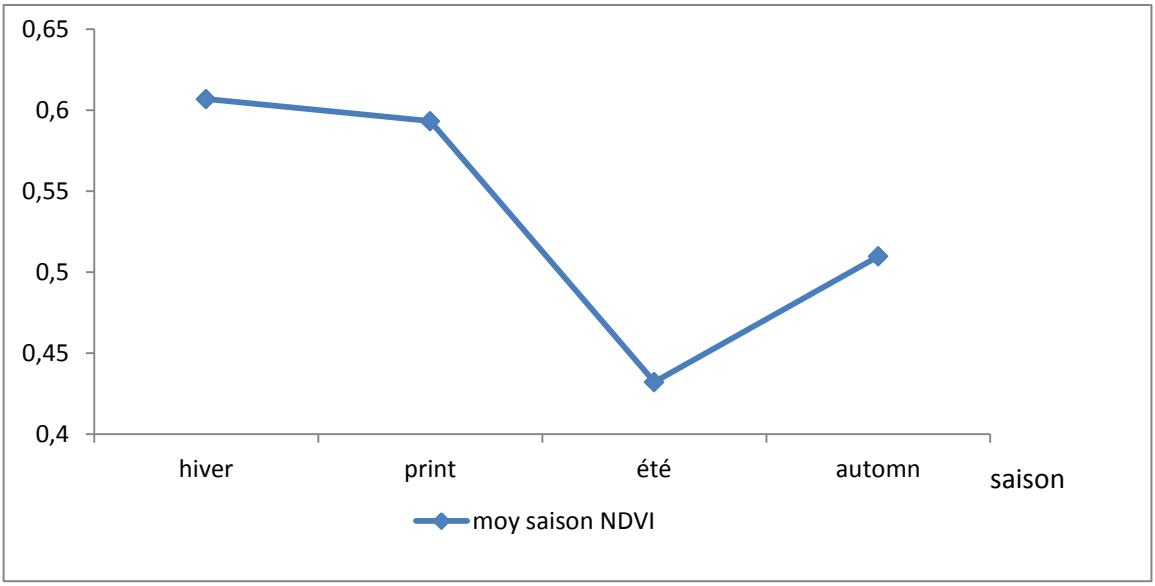


Figure 22: Variation saisonnière (2000-2019) du NDVI dans Atlas Blidéen.

L'analyse de (la figure22) qui porte sur l'évolution saisonnière (2000 – 2019) du NDVI de la zone (Atlas Blidéen) ; en observe une évolution positive dans hiver et début de printemps avec NDVI maximal sa valeur (0,60684027) ; et une évolution négative continue jusqu' au le moitié d'été avec NDVI minimal sa valeur (0,4321498) ; et en augmente au automne.

1.2.2 Evolution saisonnière du NDVI en fonction des précipitations saisonnière.

Les statistiques du NDVI saisonnière (2000- 2019) et les données climatiques relatives aux précipitations saisonnières permit de suivi saisonnier du couvert végétal de l'Atlas Blidéen. Ce **tableau 9** présenté les résultats obtenus :

saison	hiver	prit	été	Automne
p (mm)	85,32	70,70	7,88	69,84
NDVI	0,60684027	0,59318269	0,4321498	0,50974088
P (mm) CR	0,78056651	0,35609534	-1,46775072	0,33108887
NDVI CR	0,8792585	0,71098173	-1,27312488	-0,31711536

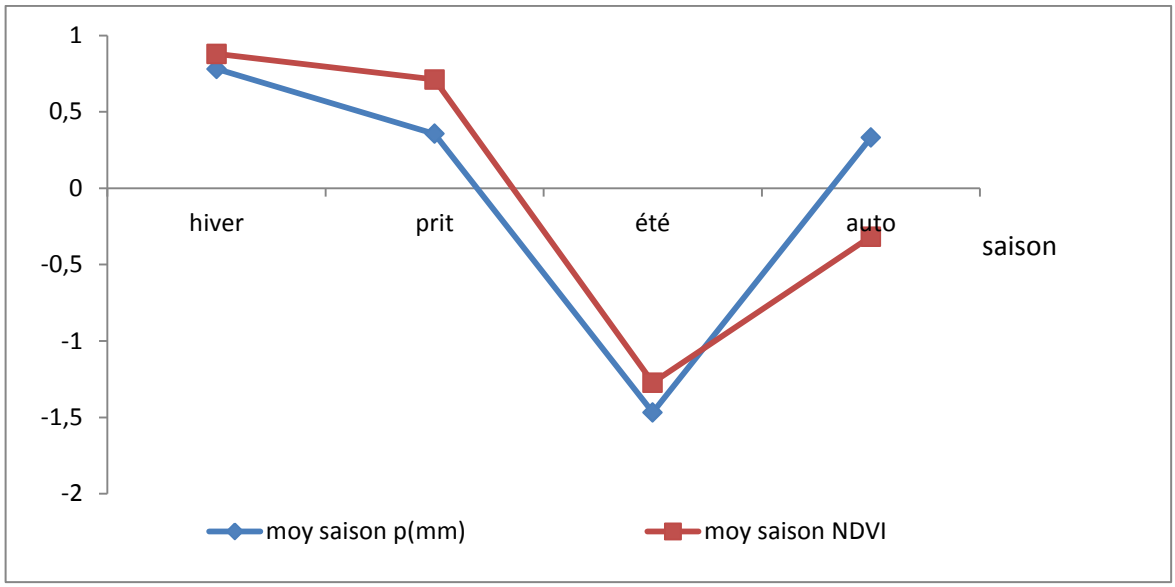


Figure 23: Variation saisonnière (2000-2019) du NDVI dans Atlas Blidéen en fonction des précipitations saisonnière**.**

L'analyse de (la figure23) et le tableau 09 qui porte les Variation saisonnière (2000-2019) du NDVI dans Atlas Blidéen en fonction des précipitations saisonnière ; on observe qu'il y a une corrélation entre les deux paramètres. Avec (un NDVI maximal dans hiver et très forte pluviosité (NDVI (CR)= 0,8792585 ; p (mm) (CR)= 0,78056651) ; et dans la saison de printemps :(NDVI (CR)= 0,710981734; p (mm) (CR)= 0,356095337) ; et dans la saison d'été un NDVI minimal et une pluviosité faible (NDVI (CR) = -1,273124875; p (mm) (CR) = -1,467750721) ; et en automne un NDVI moy et une pluviosité forte (NDVI (CR) = -0,317115363 ; p (mm) (CR) = 0,331088874).

1.3 Analyse annuelle

1.3.1 Evolution annuelle du NDVI

Les statistiques du NDVI obtenues annuelles pendant 20 ans (2000 – 2019) ; permet de suivi annuels de l'état du couvert végétal (Atlas Blidéen) ; les résultats présentés dans la figure 24.

La figure suivante représente l'évolution annuelle du NDVI de la période (2000-2019) de la zone (Atlas Blidéen).

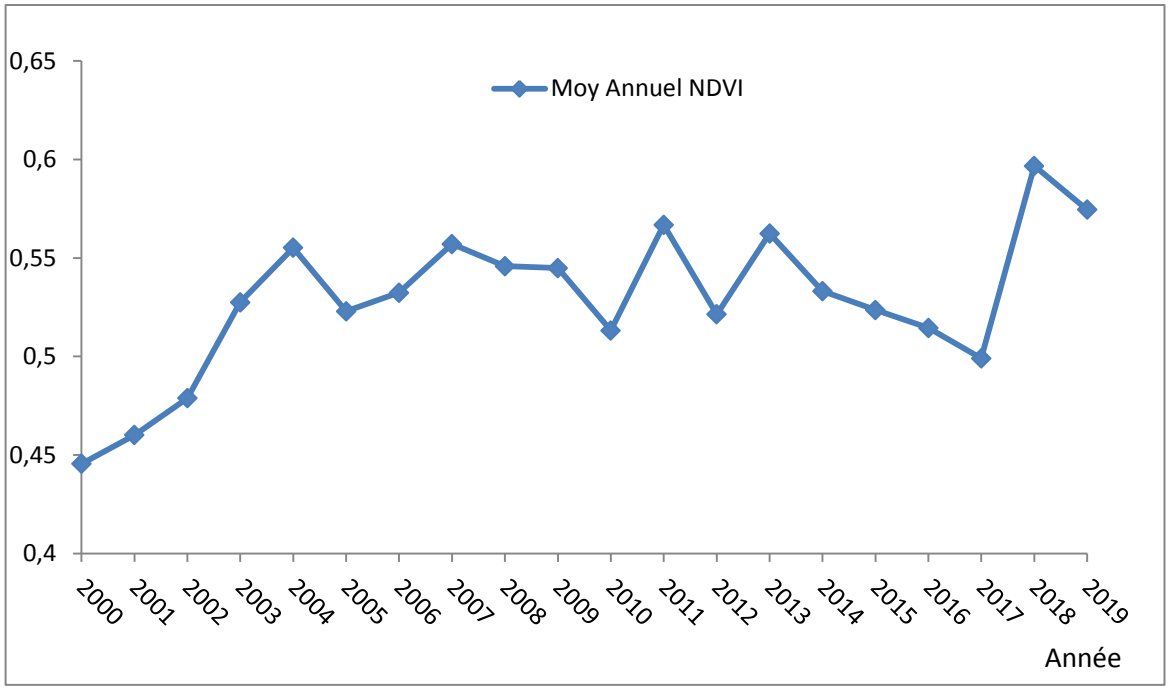


Figure 24: Variation annuelle (2000-2019) du NDVI dans Atlas Blidéen**.**

L'analyse de (la figure24) qui porte sur l'évolution annuelle (2000 – 2019) du NDVI de la zone (Atlas Blidéen) ; en remarque une évolution positive (2000 jusqu' au 2004) sa valeur maximal de NDVI (0,555168478) ; après reste stable entre (0.5 et 0.6).

1.3.2 Evolution annuelle du NDVI en fonction des précipitations annuelles

L'analyse statistique du NDVI obtenues annuelles (2000 – 2019) et des données climatiques relatives aux précipitations annuelles. Ce **tableau 10** présenté les résultats « CR » :

Le tableau 10 : suivante représente l'évolution annuelle du NDVI de la période (2000-2019) en Fonction des précipitations annuelle de la zone Atlas Blidéen.

ANNEE	MOY ANNUEL NDVI CR	MOY ANNUEL P (mm) CR
2000	-2,21152537	-2,20314838
2001	-1,82171558	-1,72096366
2002	-1,32726817	-0,8924869
2003	-0,03349373	1,21056949
2004	0,70093558	-0,45856751
2005	-0,15503369	-0,89154971
2006	0,09592649	0,08594041
2007	0,75124748	1,4570507
2008	0,45381876	-0,57712216
2009	0,42692701	0,04892137
2010	-0,4150993	0,13092557
2011	1,00953853	0,92660065
2012	-0,19614401	0,22417606
2013	0,89319191	0,47206306
2014	0,116353	0,23354797
2015	-0,13705115	-0,27112933
2016	-0,37888119	
2017	-0,788763	
2018	1,80312178	
2019	1,21391704	

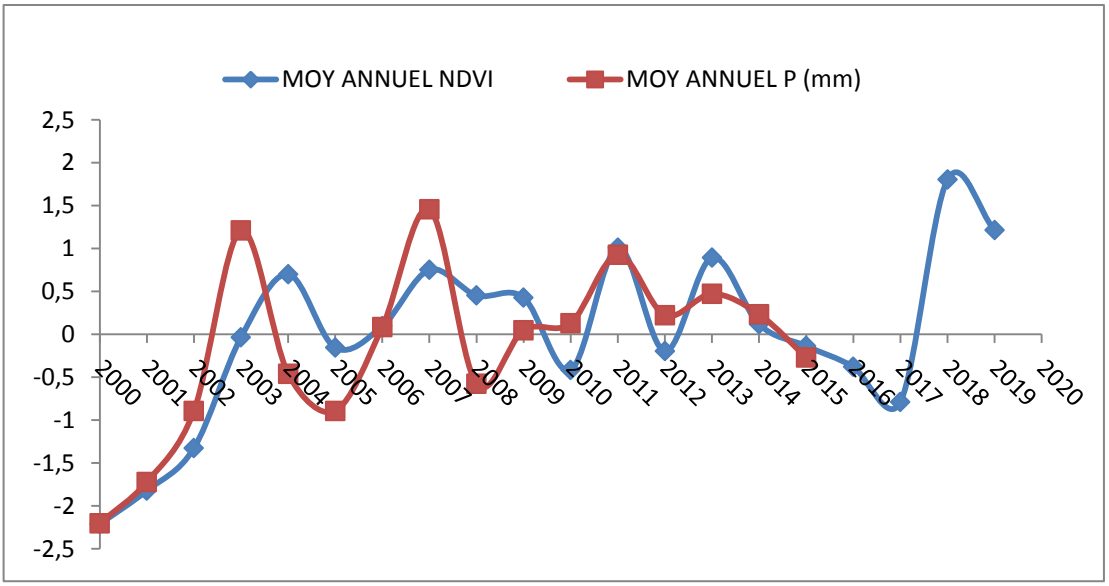


Figure 25: Variation annuelle (2000-2019) du NDVI dans Atlas Blidéen en fonction des précipitations annuelle.

L'analyse de la figure25 sur les variations annuelle (2000-2019) du NDVI dans Atlas Blidéen en fonction des précipitations annuelle ; il y a une corrélation entre les deux variétés avec un NDVI maximal en 2018 (CR) =1,80312178; et NDVI minimal en 2000 = -2,21152537. Et pour la pluviosité une valeur maximal de p (mm) (CR) en 2007 =1,4570507; et une valeur minimal en 2000(CR) = -2,20314838.

1.4 Interprétation les résultats

Les résultats des statistiques NDVI pour la période (2000-2019) nous ont permis de suivre le couvert végétal (Atlas Blidéen); notre zone d'étude est constituée des formations végétales denses car les valeurs de NDVI positives sont comprises entre (0,5 - 0,8) ; avec une couverture végétale décroissante au fil du temps ; mais la gestion des forêts permet d'augmenté la couverture végétale dans ces derniers années par déférentes méthodes.

La relation entre les Variation (2000-2019) du NDVI (mensuelle, saisonnière ; annuelle) dans Atlas Blidéen et les précipitations (mensuelle ; saisonnière ; annuelle) indique : il y'a une corrélation entre les précipitations et l'évolution du indice NDVI.

Mais il y'a décalage qu'il case la corrélation :

- Régime mensuelle : dans le mois (Mars) la pluviosité diminuer et NDVI garde sa croissance car le couvert végétal peut résister dans milieu brusque.
- Régime inter annuelle : (2008-2009) ; (2016-2017).

-Le 1er décalage (2008-2009) : la pluviosité diminuer et NDVI garder sa croissance car le couvert végétal peut résister les influences climatiques (sécheresse).

-Le 2éme décalage (2016-2017) : NDVI diminuer sa croissance car la diminution du couvert végétale causé par une incendie ou action anthropique.

Dans la zone d'étude (Atlas blidéen) constituent des zones à haute potentialité forestière et correspondent à des régions à forte densité de population rurale. Le fort taux de fréquentation des forêts avec une forte urbanisation induisent un risque d'incendie plus élevé.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion générale

Au terme de ce travail qui a pour but de montrer le potentiel et l'utilité de la télédétection et des SIG dans le suivi de couvert végétale ; dans la procédure de comparaison les résultats obtenus de NDVI et la pluviosité et en conclus la relation entre les deux variétés, dans la zone d'étude (Atlas blidéen).

Atlas Blidéen, la période sèche varie de 4 et 5 mois respectivement pour Médéa, Blida, Tablat, Benchicao, et pour Chréa la période sèche est de3 mois, la saison froide et pluvieuse varie de 7et 8 mois et pour Chréa est de 9mois . Le bioclimat varie du semi-aride tempéré au subhumide et humide tempérés et frais. L'indice de continentalité montre que les stations de l'Atlas Blidéen sont classées entre climat maritime et climat semi continental.

Le suivi de la végétation à l'aide de l'indice NDVI permet de connaître les changements qui se produisent à son niveau; de là on peut intervenir pour les protéger, et cette stratégie est inscrite dans les plans d'aménagement et de gestion des forêts algériennes à préserver.

La méthodologie adoptée base sur évolution de indice NDVI et les précipitations dans le régime mensuelle et le régime saisonnière et le régime annuelle pendant 20ans (2000-2019) ; d'une part évolution positive avec NDVI maximal dans le régime mensuelle dans le mois de mars sa valeur (0,618005475) ; dans le régime saisonnier NDVI maximal dans hiver et début de printemps Sa valeur (0,60684027) ; dans le régime annuelle NDVI maximal dans 2018 sa valeur(0,59667668).

D'autre part la corrélation entre les deux variétés (NDVI et la pluviosité) se traduit par le rôle principal de la précipitation sur l'évolution du couvert végétale. Et le décalage se traduit par la capacité de la végétation à résister aux variations de milieu (sécheresse) ou par un incendie.

D'après les résultats obtenus, deux types de causes sont à l'origine ou susceptibles de mener à la dégradation de 10 % du couvert forestier. Les causes directes sont liées aux activités humaines comme le déboisement, le système de culture, le surpâturage et le défrichement. Les causes indirectes sont liées aux besoins socio-économiques selon quatre catégories (croissance démographique, pauvreté, régime juridique des terres, répartition inéquitable des ressources).

Les incendies constituent un risque majeur auxquelles sont soumis les écosystèmes méditerranéens. Plus spécialement Atlas blidéen fait partie intégrante de ces écosystèmes et il n'échappe pas à ce fléau majeur et nécessite une grande attention.

En perspective, nous souhaitons aborder sur la même région, d'autres études avec d'autres indice de suivi du couvert végétal et leurs relation avec les paramètres météorologiques.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUE

Références bibliographiques

ADIBA M. & DELOBEL C., 1982. Bases de Données et Système relationnel. Ed. Bordas, Paris, 449p.

AFIR D. & KEDIA N., 2008. Utilisation d'un SIG dans la cartographie de l'occupation des terres de la forêt domaniale de Baïnem. Mém. Ing. Ecologie et environnement. FSB, U.S.T.H.B., Alger, 53p.

AIT BENAMER W., 1996. Elaboration d'un SIG pour une analyse de la végétation dans la région de Djelfa. Mém. ING. Agro. INA. Alger, 95p.

BARRY J. P., CELLES J.C. & FAUREL L., 1974. Notice de la carte internationale du tapis végétal et des conditions écologiques feuille d'Alger au 1/10000 ; O.N.R.S.C.R.B.T., Serv. Ecole. Univ. Alger ; 42p + cartes.

BENALI S., 1990. Contribution à l'étude phytosociologique des ripisylves de l'atlas blidéen ; mém. ING. SCI. AGR. Ina. El Harrach, Alger; 40 p.

BLE J.L., DEBRAND-PASSARD S. & FLEURY J.J., 1972. Stratigraphie de l'autochtone tellien dans le massif de Blida. Algérie du Nord, 63 (1-2), 63-71.

BODY P., 1952. Guide du forestier en Afrique du Nord. Paris : La Maison Rustique.505p.

BOU ABDALLAH H., 1991 .Dégradation du couvert végétal steppique de la zone Sud-Ouest Oranaise (Le cas d'El Aricha). Thèse. Magist.I.G.A.T.Univer.Oran.268p+ annexes.

BOUAOUNE D., 1996. Contribution à l'étude floristique des étages de végétation de l'Atlas Blidéen (phytoécologie, phytosociologie et déterminisme climatique). Thèse magister. Ecolo. Univ. SCI. Techno. H. Boumediene. Alger, 188p. + Ann.

BOUSSOUF L., 2004. Contribution à l'étude phytoécologique et phytosociologique de quelques groupements préforestiers de dégradation dans l'Atlas Blidéen (Secteur Algérois). Mémoire de Magister. Université des Sciences et de la Technologie Houarie – Boumediene «U.S.T.H.B » Alger, 194p.

CALOZ R., 1990. Système d'information géographique, T.1 et 2, notes de cours. Ecole. Polytec. Fédér., de Lausanne, IATE. Lausanne, Belgique, 136 p.

CENTRE CANADIEN DE TELEDETECTION., 2008. Département de la Résolution spectrale.

CHADLI S., 2012. Intégration des données dans un SIG, modèle de simulation pour la protection des forêts contre les incendies: cas des forêts choisies dans l'ouest algérien. Mém. Mag. Ecologie et environnement. FSB. USTHB., Alger. 111p. + Ann.

CLARK R., 2004. Spectroscopy of rocks and minerals, and principals of spectroscopy. Infrared Spectroscopy in Geochemistry Exploration. London, Ontario: Mineralogical Association of Canada. Ed. Centre National pour l'Exploitation des Océans, Brest, France, pp. 395.

DAGET Phi., 1977. Le bioclimat méditerranéen : caractères généraux, modes de

Caractérisation ; C.N.R.S.-C.E.P.E., Montpellier ; Vol. 34 ; pp : 1-20.

DAHMANI M., 1997.Le chêne vert en Algérie. Syntaxonomie, phytoécologie et dynamique. Thèse Doct. Es Sciences, USTHB, Alger, 383p. + Ann.

DAHMANI & MEGREROUCHE M., 2002. The holm oak (Quercus rotundifolia) in Algeria : climates - végétation relations. Phytocoenologia 32 (1) : 129 – 141.

DENEGRE J & SALGE F., 1996. Les systèmes d'information géographique, Paris, PUF, Coll.: Que sais-je ?, 128 pp.

DENG, K.KH.A., LAMINE, S., PAVLIDES, A., GEORGE, P., PETROPOULOS., PRASHANT, K., SRIVASTAVA., BAO, Y., HRISTOPOULOS, D., & ANAGNOSTOPOULOS, V. 2019A. Operational Soil Moisture from ASCAT in Support of Water Resources Management. MDPI. Remote Sensing, vol. 11(5), p. 579 https://www.mdpi.com/2072-4292/11/5/579.

DENG, K.KH.A., LAMINE, S., PAVLIDES, A. GEORGE, P., PETROPOULOS., BAO, Y. PRASHANT, K., SRIVASTAVA., & GUAN, Y. 2019B. Large Scale operational Soil Moisture Mapping from Passive MW Radiometry: SMOS product evaluation in Europe & USA. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation - Elsevier, https://doi.org/10.1016/j.jag.2019.04.015.

DERDJINI H., 2017. Cartographie des changements de l'occupation du sol dans la plaine de la Mitidja à partir des images landsat. Mémoire de master école nationale superieure d'hydraulique -arbaoui abdellah.78p.

DIANI S & HANNICHE N., 2017. Contribution à l'étude des variations climatiques et leurs impacts sur le couvert végétal dans l'Atlas Blidéen (Cas de la zone centrale de PNC), Thèse de master ; univ ; Médéa ; Spécialité : Ecologie et Protection de l'Environnement, P 36.

Direction Générale des forêts (DGF) 2004. Rapport National de l'Algérie sur la mise en œuvre de la Convention de Lutte Contre la Désertification, DGF, Algérie, 35 p. [Online] URL http://www.unccd.int/cop/reports/africa/national/2004/algeria-fre.pdf [Accès Mai 2014].

DJEBAILI S., 1984.- Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien. Ed. O.P.U., Alger, 177p. + Ann.

DJELLOULI Y., 1991. Flores et climats en Algérie septentrionale, Déterminisme de la répartition des plantes ; Thèse. Doc. Univ. H. Boumediene, Alger ; 262 p.

DOUAOUI A., 2005. Variabilité Spatiale de la salinité et sa relation avec certaines caractéristiques des sols de la plaine du Bas-Chéliff. Apport de la géostatistique et de La télédétection, Thèse Doctorat d'état, INA d'Alger, 2005, 258p. In Ziane 2012.

EL ZEREY W., 2014. Application de la télédétection et SIG à l'étude de la désertification, cas de l'écosystème steppique algérien. Edition Universitaire Européenne, 90 p.

EMBERGER L., 1955. Une classification biogéographique des climats. Rev. Trav. lab. bot. Montpellier. 7 : pp 3-43.

EVANS, A., LAMINE, S., KALIVAS, D., GEORGE, P., & PETROPOULOS. (2014). Exploring the Potential of EO data and GIS For Ecosystem Health Modelling in Response to Wildfire: a case Study In Central Greece, Environmental Engineering and Management Journal, September 2018, vol.17, No. 9, 2165-2178. http://www.eemj.eu/index.php/EEMJ/article/view/3679.

FERKA ZAZOU N., 2006. Impact de l'occupation spatio-temporelle des espaces sur la conservation de l'écosystème forestier. Cas de la commune de Tessala, wilaya de Sidi-Bel-Abbès, Algérie. Mém. Mag. Foresterie. Univ. Abou bekr Belkaïd. Tlemcen. 114p. + Ann.

GEORGE M., 1977. la Mitidja : décolonisation et espace géographique. Thèse de doctorat, office des publications universitaires, Alger, 597p.

GEORGE, P., PETROPOULOS., IRELAND, G., LAMINE, S., HYWEL, M., GRIFFITHS. GHILAIN, N., ANAGNOSTOPOULOS, V., MATTHEW, R.N., PRASHANT, K., SRIVASTAVA., & GEORGOPOULOU, H. (2016). Operational evapotranspiration estimates from SEVIRI in support of sustainable water management, International Journal of Applied Earth Observation and Geo information 49. 175–187 http://dx.doi.org/10.1016/j.jag.2016.02.006.

GILLIOT J.M., 2000. Introduction aux SIG. Introduction et information spatiale. DAA AGER Département AGER. INRA Paris-Grignon. Octobre 2000. 139p.

GIRARD C.M., 1989. Application de la télédétection à l'étude de la biosphère Paris ; Ed. Masson, Paris ; 186 p.

GIRARD M.C. & GIRARD C.M., 1999. Traitement des données de télédétection, chap. 13.Edition Dunod, Paris, France. 553p.

GRECO J ., 1966. Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson. Paris 314p.

GUILLET J., 2005. La télédétection et ses applications pédagogiques. Bulletin de l'EPI (Enseignement Public et Informatique). Journal HAL Id : edutice-00001258, 2005, p.181.

GUYOT G., 1984. Caractérisation spectrale des couverts végétaux dans le visible et le proche infrarouge. Application à la télédétection. Bulletin-Société française de photogrammétrie et de télédétection(95), 5-22p.

HALIMI A., 1980. L'Atlas Blidéen : climat et étages végétaux. O.P.U., éd. Alger, 523p.

IGN., 2008. Applications de la télédétection dans l'étude de l'environnement. Institut Géographique Nationale de France, site consulté le : 14/10/2010. http://www.ign.fr. In Yahia oui, 2011.

JUSTICE C. O., TOWNSHEND J. R. G., HOLBEN, B. N., & TUCKER, C. J. (1998). Analysis of the phenology of global vegetation using meteorological satellite data. International Journal of Remote Sensing 6, 1271-1318.

KERGOMARD C., 2004. LA TÉLÉDÉTECTION AÉRO-SPA TIALE : une introduction., Cours de l'Ecole Normale Supérieure Paris. 74p.

KRAFFT., CURNEL. & MINNE., 2005. BULLETIN., (04-2005). Association Royale des Ingénieurs issus de la FUSAGX., 32p. -verlag., Paris., 7p.

LAMINE S., GEORGE P. PETROPOULOS P., BREWER, A., PRASHANT K.,SRIVASTAVA., BACHARI, N.I., MANEVSKI K., KALAITZIDIS CH., & MACKLIN M.G., 2019. Heavy Metal Soil Contamination Detection Using Combined Geochemistry and Field Spectro radiometry in the United Kingdom. MDPI. Sensors 2019, vol 19(4), 762: https://doi.org/10.3390/s19040762.

LAMINE S., GEORGE P., PETROPOULOS., SINGH S.K., SZABÓ S., BACHARI N.I., PRASHANT K., SRIVASTAVA., & SUMAN S., 2017. Quantifying Land Use/Land Cover Spatio-Temporal Landscape Pattern Dynamics from Hyperion Using SVMs Classifier and FRAGSTATS, GeocartoInternational, vol.147 [http://dx.doi.org/10.1080/10106049.2017.1307460].

LAMINE S., PAUL A., BREWER., GEORGE P., PETROPOULOS., KALAITZIDIS CH., MANEVSKI K., MARK G., MACKLIN., & HARESIGN W., 2014. Investigating the Potential of Hyperspectral Imaging (HSI) for the Quantitative Estimation of Lead Contamination in Soil (LCS). Hyperspectral Imaging and Applications Conference, 15th & 16th.

LAPIE G., 1909. Les divisions phytogéographiques de l'Algérie ; C.R. des sciences de l'académie des sciences, Paris ; pp : 1536-1538.

LAPIE. G & MAIGE A., 1914. Flore forestière de l'Algérie. p 357.MAIRE R., 1926- Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie (notice). Gouv. Gén. Alger, Baconnier, 78p.

MEDDOUR R., 1994. Contribution à l'étude phytosociologique de la portion centre-orientale du parc national de Chréa. Essai d'interprétation synthétique des étages et des séries de végétation de l'Atlas blidéen. Thèse Magister. INST. Nat. Agr. Alger. 330 + Ann.

MEDDOUR R., 2010. Bioclimatologie, phytologeographie et phytosociologie en Algérie des groupements forestiers et preforestiers de la Kabylie Djurjurienne, Thèse de Doctorat, Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou, 3977p+Ann.PDF.

MERBAH F., 2005.Contribution à l'étude de la biodiversité des Massifs montagneux du centre-est algerien.Memoire de Magister. Université des Sciences et de la TechnologieHouarie – Boumediene « U.S.T.H.B » Alger.147p+Ann.

MEZRAG M., 2006. Application de la Télédétection et des Systèmes d'Information Géographique (SIG) à la gestion du couvert végétal steppique appliqué sur la zone de MESSAAD-AIN EL IBEL. Thèse Mag. Aménagement rural. FSTGAT, USTHB., Alger, 85p. + Ann.

MORTON D C, DEFRIES R S, SHIMABUKURO YE, ANDERSON LO, DEL BON ESPIRÍTO-SANTO F, HANSEN M, CAROLL M., 2005. « Rapid Assessment of Annual Deforestation in the Brazilian Amazon Using MODIS Data ». Earth Interactions, vol. 9, p. 1-22. DOI: 10.1175/EI139.1

NEDJAHI A., 1988. La cédraie de Chréa (Atlas Blideen): Phénologie, productivité,

Régénération ; Thé. Doc. Univ. Nancy I. 184p.

QUEZEL P. & Barbéro M., 1990. Les forêts méditerranéennes, problèmes posés par leur signification historique, écologique et leur conservation. Acta Botanica Malacitana, 15, 145-178.

QUEZEL P. & SANTA S., 1962. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome 1, édition C.N.R.S, Paris, 565p.

QUEZEL P. & SANTA S., 1962-1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, 2 vols. C.N.R.S, Paris, 1170p.

ROBIN A., 1999. Utilisation d'image spot en sédimentologie littorale : Traitement et étalonnage sur le terrain (spectroradiométrie et sédimentologie). L'exemple de la baie d'Authie. Lille.

ROULEAU B., 1991. Méthode de la cartographie, CNRS.

ROUSE and HAAS., 1973. "Monitoring vegetation systems in the great plain with ERTS", Third ERTS Symposium, Washington DC: NASA, no.1, pp.309-317.

ROUSE, J.W., 1974. Monitoring the vernal advancements and retrogradation of natural vegetation. NASA/GSFC, Final Report, Greenbelt, MD, USA, (September 1972),pp.1137.Availableat:Bhttp://scholar.google.com/scholar?q=related:kfZY0xukQScJ:scholar.google.com/&hl=en&num=20&as_sdt=0,5\npapers2://publication/uuid/FB22B85B-B2F9-442E-AF63-58F3517012FC [Accessed August 9, 2016].

SELTZER P., 1946. Le climat de l'Algérie ; Institut Météo et Physique du Globe, Univ. Alger ; 129 p.

SERVADIO Z., 2013. Apports de l'imagerie à haute résolution spectrale et spatiale dans les bilans de volume et bilans radiatifs au Piton de La Fournaise. Sciences de la Terre.Université de la Réunion. Français, ID. NNT 2011 LARE 0020.

SOUDANI K., 2005. Cours rédiger de télédétection. Introduction générale à la Télédétection. ECOII Version 1.2 – Séries -Version PDF., Univ. Paris Sud XI. 26 p.

STEINBERG J., 2002. Cartographie, systèmes d'informations et télédétection, Arnand Colin, 160 p.

STEINBERG J., 2003. Cartographie pratique pour la géographie et l'aménagement, SEDES.

SUMAN S., MATTHEW R.N., GEORGE P., PETROPOULOS., PRASHANT K., SRIVASTAVA J.P., MCCALMONT., FUZZO D.S., LAMINE S & CARLSON T.N., 2018. Modelling Key Parameters Characterizing Land Surface in 1D Space using the SimSphere SVAT model: Findings from use at European Ecosystems. In: Manika Gupta, Prashant K. Srivastava, George Tsakiris, Nevil Quinn (eds). Agricultural Water Management: Theory, Abstratction and Practices. ISBN 978- 0128123621. Academic Press. 1st edition. 416p.

TAIBAOUI B., 2008. Etude phytoécologique et diachronique de la végétation d'une steppe à armoise blanche (Artemisia herba alba-Asso) de la coopérative Yahiaoui (région d'Aïn- Oussera, Wilaya de Djelfa). Mém. Mag. Ecologie et environnement. FSB. USTHB., Alger. 74p. +ann.

WIEDERKEHR E., DUFOUR S., & PIÉGAY H., (2008). Apport des techniques d'imagerie pour la caractérisation physique des corridors fluviaux : Synthèse des connaissances et extraction d'indicateurs, p. 50/337p hal-00828825.

YAHI N., 2007. Les Cedraies d'Algérie : phytoécologie, phytosociologie, dynamique et conservation des peuplements. Thèse de Doctorat d'Etat En Sciences de la Nature Spécialité.

ZAIDI S.,2003.Regeneration naturelle du cèdre (Cedrusatlantica, manetti) et sa dynamique forestière dans L'Atlas Blidéen.MassifdeChrea.Memoire de Magister. Université des Sciences et de la TechnologieHouarie – Boumediene « U.S.T.H.B » Alger. 159p+Ann.

ZERARIA L., 1981. Essai d'interprétation comparatives des données écologiques et de production subéro-ligneuse dans les forêts de chêne liège de Provence cristalline (France méridionale) et l'Algérie ; Thé. Doc. Univ. Aix Marseille. 367 p.

1. Webographie

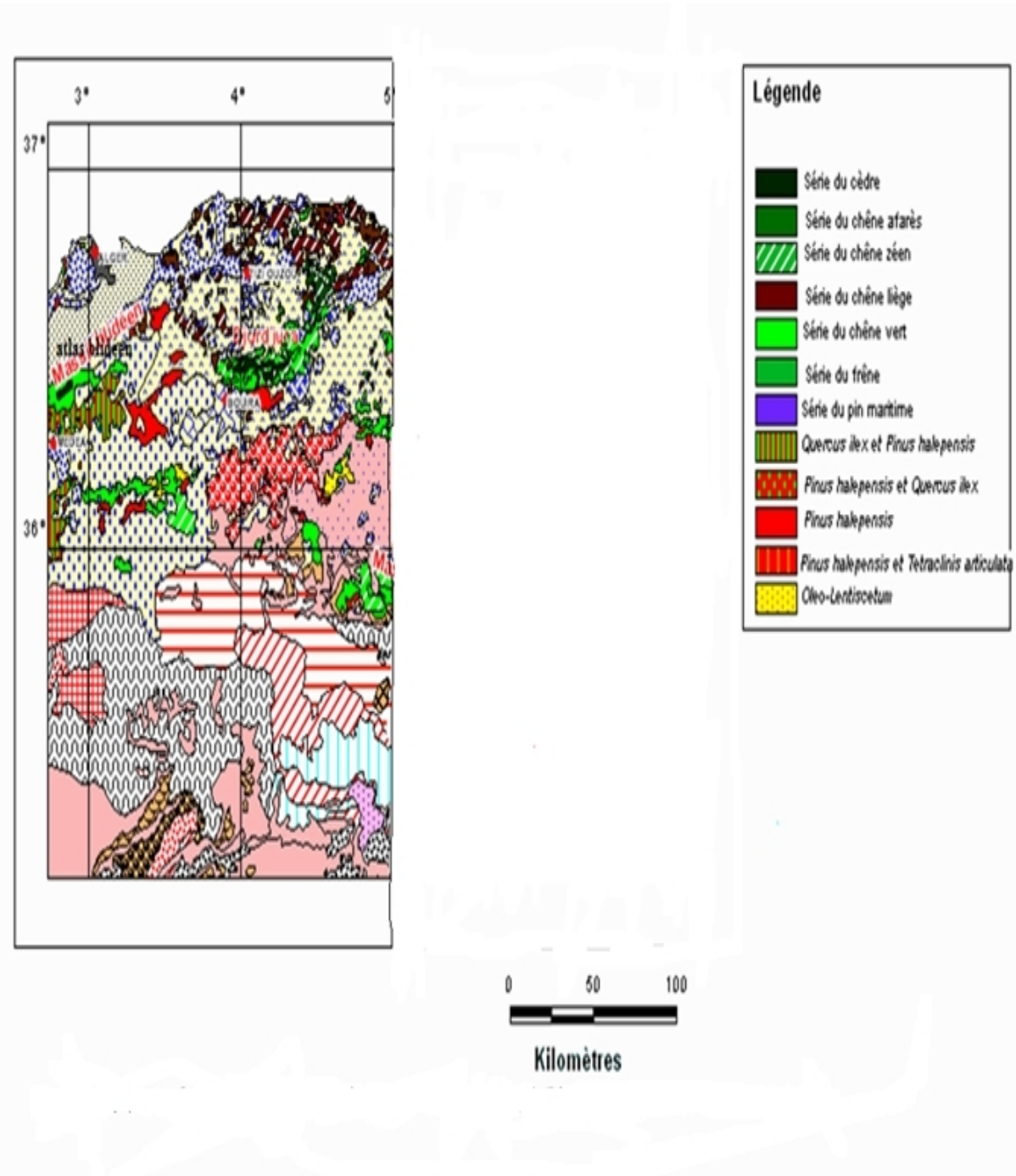
1) http: //lpdaac.usgs.gov/lpdaac/get_data/wist/
2) Http: //earthexplorer.usgs.gov/
3) https://scholar.google.fr/
4) https://www.theses.fr/fr/
5) https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/missions-and-measurements/products/MOD13A1/

LES

ANNEXES

LES ANNEXES

Annexe 01: Carte phytogéographique d'Atlas Blidéen **(VERNET et GAUSSEN, 1954)**



Annexe 02 : Principales subdivisions phytogéographiques de l'Atlas Blidéen selon **: MAIRE (1926), QUEZEL et SANTA (1962) et BARRY et *al. (*1974)**

Auteurs	Subdivision
MAIRE (1926)	Région : méditerranéenne Domaine : Mauritanien-Méditerranéen Secteur : algérois
QUEZEL et SANTA (1962)	Région : méditerranéenne Domaine : Mauritanien-Méditerranéen Secteur : algérois Sous-secteur : Atlas Tellien
BARRY et *al.* (1976)	Région : méditerranéenne Domaine : Maghrébin méditerranéen Secteur : algérois Sous-secteur : Atlas Tellien

Annexe 03 : Quelques espèces floristiques et faunistique de l'Atlas Blidéen





Cèdre *(Cedrus atlantica)* **Pin d'Alep *(Pinus halepensis)***





Chêne vert *(Quercus ilex)* **Chêne liège *(Quercetum suberis)***





L'olivier (*Olea europaea)* **Chêne zéne *(Quercus mirbekii)***



Laurier noble *(Laurus nobilis)*





Le vautour percnoptère ou percnoptère d'Égypte ***(neophron percnopterus)***

Le chardonneret ***(Carduelis carduelis)***





Lièvre ***(Lepus capensis)***

Le loup doré ***(Canis anthus)***

Annexe 04 : Données climatiques des températures minimales, maximales et moyennes en Degré Celsius ainsi les quantités de précipitations en mm de 1990 à 2015.

STATION		J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D	Ann
Médéa	T max	**11.54**	**11.55**	**16.33**	**19.8**	**25.21**	**30.34**	**33.11**	**32.90**	**28.08**	**24.68**	**14.37**	**11.31**	**21.6**
	T min	**3.055**	**3.15**	**5.41**	**7.76**	**11.69**	**16.7**	**20.27**	**19.6**	**15.54**	**12.66**	**7.35**	**4.83**	**10.67**
	T moy	**7.29**	**7.35**	**10.87**	**13.78**	**18.45**	**23.52**	**26.69**	**26.25**	**22.27**	**18.67**	**10.86**	**8.07**	**16.14**
	P (mm)	**99.7**	**102.89**	**74.63**	**73.57**	**52.25**	**9.44**	**3.67**	**9.48**	**34.30**	**74.5**	**92.3**	**73.78**	**700.5**
Blida	T max	**17.8**	**18.63**	**21.45**	**24.09**	**27.5**	**31.57**	**34.25**	**34.96**	**32.15**	**27.86**	**22.15**	**18.69**	**25.93**
	T min	**7.2**	**7.8**	**8.29**	**11.04**	**14.48**	**18.3**	**21.4**	**21.96**	**19.75**	**15.43**	**11.61**	**7.28**	**13.69**
	T moy	**11.31**	**11.69**	**14.84**	**16.34**	**19.7**	**23.39**	**26.67**	**27.3**	**24.79**	**20.39**	**16**	**12.27**	**19.81**
	P (mm)	**110.82**	**94.43**	**73.67**	**71.54**	**57.9**	**7.2**	**2.87**	**8.34**	**31**	**63.88**	**101.83**	**95.15**	**718.6**
Chrea	T max	**6.19**	**6.5**	**8.25**	**11.92**	**16.68**	**22.51**	**27**	**26.74**	**21.32**	**16.03**	**9.6**	**6.32**	**14.92**
	T min	**0.41**	**0.48**	**2.66**	**4.78**	**10.42**	**14.31**	**18.93**	**18.95**	**13.99**	**9.81**	**4.06**	**1.28**	**8.35**
	T moy	**3.3**	**3.49**	**5.46**	**8.39**	**13.55**	**18.41**	**22.96**	**22.85**	**17.61**	**12.6**	**6.83**	**3.8**	**11.64**
	P (mm)	**112.63**	**74.91**	**113.33**	**191.01**	**68.75**	**15.54**	**12.74**	**9.24**	**63.98**	**119.61**	**146.24**	**113.08**	**1041**
Benchicao	T max	**8.71**	**9.71**	**14.2**	**15.5**	**22.26**	**30.37**	**35.23**	**33.26**	**24.99**	**21.19**	**11.37**	**8.09**	**19.57**
	T min	**1.005**	**2.37**	**3.96**	**6.34**	**9.62**	**15.32**	**17.03**	**17.74**	**11.75**	**4.14**	**3.76**	**2.79**	**7.99**
	T moy	**4.58**	**6.04**	**9.08**	**10.92**	**15.94**	**22.84**	**26.1**	**25.5**	**18.37**	**12.66**	**7.56**	**5.44**	**13.78**
	P (mm)	**75.54**	**55.52**	**33.11**	**68.86**	**37.51**	**5.97**	**13.38**	**4.05**	**29.69**	**56.58**	**88.86**	**72.37**	**599**

Tablat	T max	**14.89**	**14.9**	**19.68**	**23.15**	**28.56**	**33.69**	**36.45**	**36.24**	**31.42**	**28.02**	**17.71**	**14.65**	**24.95**
	T min	**4.96**	**5.06**	**7.32**	**9.67**	**13.6**	**18.61**	**22.18**	**21.51**	**17.45**	**14.57**	**9.26**	**6.74**	**12.58**
	T moy	**9.25**	**9.98**	**13.5**	**16.41**	**21.08**	**26.15**	**29.31**	**28.87**	**24.43**	**21.29**	**13.48**	**10.69**	**18.77**
	P (mm)	**71.78**	**74.08**	**53.73**	**53.01**	**37.62**	**6.79**	**2.64**	**6.82**	**24.7**	**53.64**	**66.46**	**53.12**	**504.4**