



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الارض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences biologiques



Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Biodiversité et Environnement

**Analyse spatio-temporelle de la dynamique des forêts de la
wilaya de Bordj Bou Arreridj (Forêt d'Ouennougha)**

Présenté par : - Zahraoui Hadja

- Ammar Aouchiche Imene

Soutenu le : 15/09/2021

Devant le jury :

Président :	REGOUI Chelbia	MAA	Univ. de Bordj Bou Arreridj
Encadrant :	BELLOULA Salima	MCB	Univ. de Bordj Bou Arreridj
Examineur :	MELOUANI Naziha	MAA	Univ. de Bordj Bou Arreridj

Année universitaire : 2020/2021



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohamed El Ba1111111chir El Ibrahimi B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الارض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences biologiques



Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Biodiversité et Environnement

**Analyse spatio-temporelle de la dynamique des forêts de la
wilaya de Bordj Bou Arreridj (Forêt d'Ouennougha)**

Présenté par : - Zahraoui Hadja

- Ammar Aouchiche Imene

Soutenu le : 15/09/2021

Devant le jury :

Président :	REGOUI Chelbia	MAA	Univ. de Bordj Bou Arreridj
Encadrant :	BELLOULA Salima	MCB	Univ. de Bordj Bou Arreridj
Examineur :	MELOUANI Naziha	MAA	Univ. de Bordj Bou Arreridj

Année universitaire : 2020/2021

Remerciements

DIEU merci pour la santé, la volonté, le courage et la détermination qui nous ont accompagnés tout au long de la préparation de ce travail et qui nous ont permis d'achever ce modeste travail.

Nous tiens à exprimer nos profonds remerciements à Madame REGOUI CH. d'accepter de présider le jury.

Nous voudrions adresser toute nos reconnaissances à la directrice de ce mémoire, Madame BELLOULA Salima, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses précieux conseils ainsi que son souci du détail, qui ont abouti à la réalisation de ce mémoire.

Nous tiens aussi à exprimer nos profonds remerciements à Madame MELLOUANI N. d'accepter d'examiner et d'évaluer ce travail.

Nos profondes gratitude à tous les enseignants du département de biologie, qui ont donné le meilleur d'eux même en nous assurant une formation aussi meilleur que possible.

Nous avons l'honneur de remercier tous ceux qui ont collaboré de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Dédicace

*Je tiens c'est avec grand plaisir que je dédie ce travail
A l'être le plus cher de ma vie ma mère pour son amour,
ses encouragements et ses sacrifices
A mon père, pour son soutien, son affection et la confiance
qu'il m'a accordé
A mes chers frères et Sœurs
A tous ceux qui me sont chers*

ZAHRAOUI HADJA

Dédicace

Je dédie ce modeste travail aux deux êtres les plus chers au monde, symbole de tendresse ceux qui ont fait de moi ce que je suis et ne cessent de me soutenir et de m'encourager : mon père et ma mère pour tout l'appui et soutien qu'ils m'avaient offert,

** A mes chers frères et sœur ;*

**les enfants assinate, sidra*

** A tous mes ami (e)s*

*Et à toutes les personnes qui me tiennent à cœur,
merci.*

IMENE AMMAR AOUCHICHE

Table des matières

Remerciements	
Dédicaces	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
I. Introduction	01
II. Matériel et méthodes	
II.1. Présentation de la wilaya de Bordj Bou Arreridj	04
II.1.1. Organisation administrative de Bordj Bou Arreridj	04
II.1.2. Localisation géographique des forêts de la wilaya de Bordj Bou Arreridj	05
II.2. Présentation de la zone d'étude	06
II.2.1. La forêt d'Ouannougha (Situation géographique et administrative)	07
II.2.2. Topographie	08
II.2.2.1. Relief (Exposition, Altitude)	08
II.2.2.2. Pédologie	08
II.2.3. Hydrographie	08
II.2.4. Facteurs abiotiques	09
II.2.4.1. Caractéristiques climatiques	09
II.2.4.1.1. Précipitation	09
II.2.4.1.2. Température	10
II.2.4.1.3. Régime saisonnier	10
II.2.4.2. Synthèse climatique	11
II.2.4.2.1. Diagramme ombrothermique	11
II.2.4.2.2. Quotient pluviométrique d'Emberger	12
II.2.5. facteurs biotique	13
II.2.5.1. Couvert végétal	13
II.3. Logiciels utilisés	14
II.3.1. Généralité de SIG	14
II.3.1.1. Domaines d'application	14
II.4. Image satellitaire	15
II.4.1. Caractéristiques des images satellites	15
II.5. Logiciel QGIS	15
II.6. Indice de végétation par différence normalisé (NDVI)	16
III. Résultats et Discussion	
III. Etude de la dynamique de la forêt d'Ouennougha	17
III.1. généralité du logiciel QGIS	18
III.1.1. Caractéristique du logiciel QGIS	18
III.2. Etape de travail	18
III.3. Partie cartographique	18
III.3.1. Carte des pentes	22
III.3.2. Carte d'altitude	23
III.3.3. Carte d'exposition	24
III.3.4. Evolution du couvert végétal de 2013	25
III.3.5. Evolution du couvert végétal de 2021	26
III.3.6. Carte de changement d'NDVI de 2013 et 2021	27
IV. Conclusion	29
Résumé	

Liste d'Abréviation

BBA	:	Bordj Bou Arreridj.
BNEF	:	Le Bureau National des Etude Forestières.
C.F.B.B.A	:	Conservation des forêts de Bordj Bou Arreridj.
FAO	:	Food and Agricultural Organization of the United Nation (Organization Des Nation Unies Pour L'alimentation Et L'agriculture).
NDVI	:	L'indice de végétation normalisé.
SIG	:	Système d'information Géographique.

Liste des figures

N°	Titre	page
01	Localisation géographique des forêts de la wilaya de Bordj Bou Arreridj	05
02	Situation géographique de la forêt d'Ouannougha (C.F.B.B.A, 2020)	07
03	Précipitation moyennes mensuelles (1991-2020)	09
04	Variation des températures moyennes mensuelles (1991-2020)	10
05	Variation saisonnière de la pluviométrie Bordj Bou Arreridj (1991-2020)	11
06	Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen	12
07	Localisation de BBA dans le climagramme d'emberger (1991-2020)	13
08	Carte de pente de la forêt d'Ouannougha	22
09	Carte d'altitude de la forêt d'Ouannougha	23
10	Carte d'exposition de la forêt d'Ouannougha	24
11	Carte du NDVI de la forêt d'Ouannougha en 2013	25
12	Carte du NDVI de la forêt d'Ouannougha en 2021	26
13	Carte de changement d'NDVI entre 2013 et 2021 de la zone d'étude	27

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
I	Etages bioclimatiques selon Emberger	12

Introduction

I. INTRODUCTION

La forêt comme toute terre, constituant un milieu dynamique et hétérogène, à l'exclusion des formations végétales résultant d'activités agricoles, d'une superficie minimale de 0,1 hectare portant des arbres dont le houppier couvre au moins 30% de la surface et qui peuvent atteindre à maturité une hauteur minimale de 5 mètres"(Rival & Levang, 2013).

La conservation des forêts et de la végétation forestière du bassin méditerranéen constitue un problème complexe du fait de l'hétérogénéité des situations et des multiples usages et pressions anthropiques pratiqués par les diverses entités culturelles de la méditerranée depuis des millénaires (Quezel et Medail, 2003).

Le patrimoine forestier est considéré comme profondément dégradé notamment dans sa rive méridionale. Cette situation dramatique ne peut être amortie que par des interventions forestières assises sur des bases écologiques ; elles permettront la sauvegarde des potentialités existantes épargnés par ces phénomènes de destructions (Quezel et Medail, 2003).

L'Algérie couvre une superficie de 2,388 millions de km² ce qui en fait, en étendue, le premier pays en Afrique (FAO, 2021). Les régions du Nord de l'Algérie où les conditions du climat et du milieu permettant le développement des formations forestières occupent 250 000 km² soit un peu plus de 10% de la superficie totale (FAO, 2021).

La forêt algérienne apparaît comme une formation végétale dont les arbres sont en état de lutte continuelle contre la sécheresse (plusieurs mois secs consécutifs). Compte tenu de tous les éléments historiques qui la marquèrent et des pressions qu'exercent sans cesse sur elle, l'homme et son bétail. La forêt semble glisser rapidement sur la voie d'une dégradation progressive des essences principales et de son remplacement par le maquis et les broussailles dont le rôle reste néanmoins extrêmement important pour le contrôle et la fixation des sols en terrain à forte déclivité (FAO, 2021).

La forêt algérienne actuellement est dégradée vue les changements climatiques, la fragilité des sols en majeure partie est calcaires, a besoin d'être protégé car la déforestation ne cesse de s'accroître en raison des incendies répétés (Bouhabila, 2019).

La forêt domaniale d'Ouannougha (wilaya de Bordj Bou Arreridj) fait partie du domaine forestier national Algérien, Le massif d'Ouannougha occupe une superficie de 17.671 hectares. Il est réparti sur 39 cantons délimités par des bornes numérotées avec une dominance du pin d'Alep (*Pinus halepensis*) (Conservation des forêts de bordj Bou Arreridj, 2021).

Le SIG compte parmi les principaux outils techniques permettant de collecter des connaissances géographiques et de les suivre au cours de différentes périodes, notamment la végétation (Belhadeb et Kholadi, 2007, March).

L'objectif de notre étude consiste à étudier et à suivre la dynamique spatio-temporelle de la végétation dans la forêt d'Ouannougha de Bordj Bou Arreridj, à l'aide des images satellites (Type- Landsat).

L'utilisation du système d'information géographique est pour l'analyse et l'extraction de cartes thématiques contribue de manière significative à l'identification et au suivi de la dynamique (évolution ou dégradation) et à leur analyse.

Les documents cartographiques (cartes) réalisés constituer un outil de négociation et d'aide à la décision en matière de définition de politique de prévention et de lutte contre les incendies de forêts.

La méthode de démarche adoptée pour notre travail de recherche se compose de quatre parties :

-Introduction

-Matériel et méthodes : Cette partie permet l'intégration des données qui concernent la forêt, relative à: le cadre géographique, les caractères physiques (pédologie, les données climatiques), les caractères écologiques et la biodiversité (Flore, faune), généralité sur la système d'information géographique.

-La troisième partie est consacrée à la présentation des résultats et discussion obtenus. Le tout est complété par une conclusion générale qui intègre l'essentiel de nos résultats obtenus dans le cadre de cette recherche.

***Matériel
et
Méthodes***

II. MATERIEL ET METHODE

II.1. Présentation de la wilaya de Bordj Bou Arreridj

II.1.1. Organisation administrative

La wilaya de Bordj Bou Arreridj s'étend sur une superficie de 3920,42 km². Géographiquement, elle est comprise entre les parallèles 36°4'60" de latitude Nord et entre les méridiens de longitude 4°45'0" à l'Est de GREENWICH.

Située sur les hauts plateaux Est du pays, elle s'étend sur l'axe Alger - Constantine et elle est limitée :

- Au Nord, par la wilaya de Bejaia. - À l'Est, par la wilaya de Sétif.
- À l'Ouest, par la wilaya de Bouira. - Au Sud, par la wilaya de Msila

Son classement au rang de wilaya a abouti à la configuration actuelle : 34 communes, 10 daïras avec un taux d'encadrement moyen de trois communes par daïra.

II.1.2. Localisation géographique des forêts de la wilaya de Bordj Bou Arreridj

Les forêts représentent une superficie appréciable de l'ordre de 81.253 ha, soit près de 21% de la superficie de la wilaya (Conservation des forêts de bordj Bou Arreridj, 2021), (Figure 01).

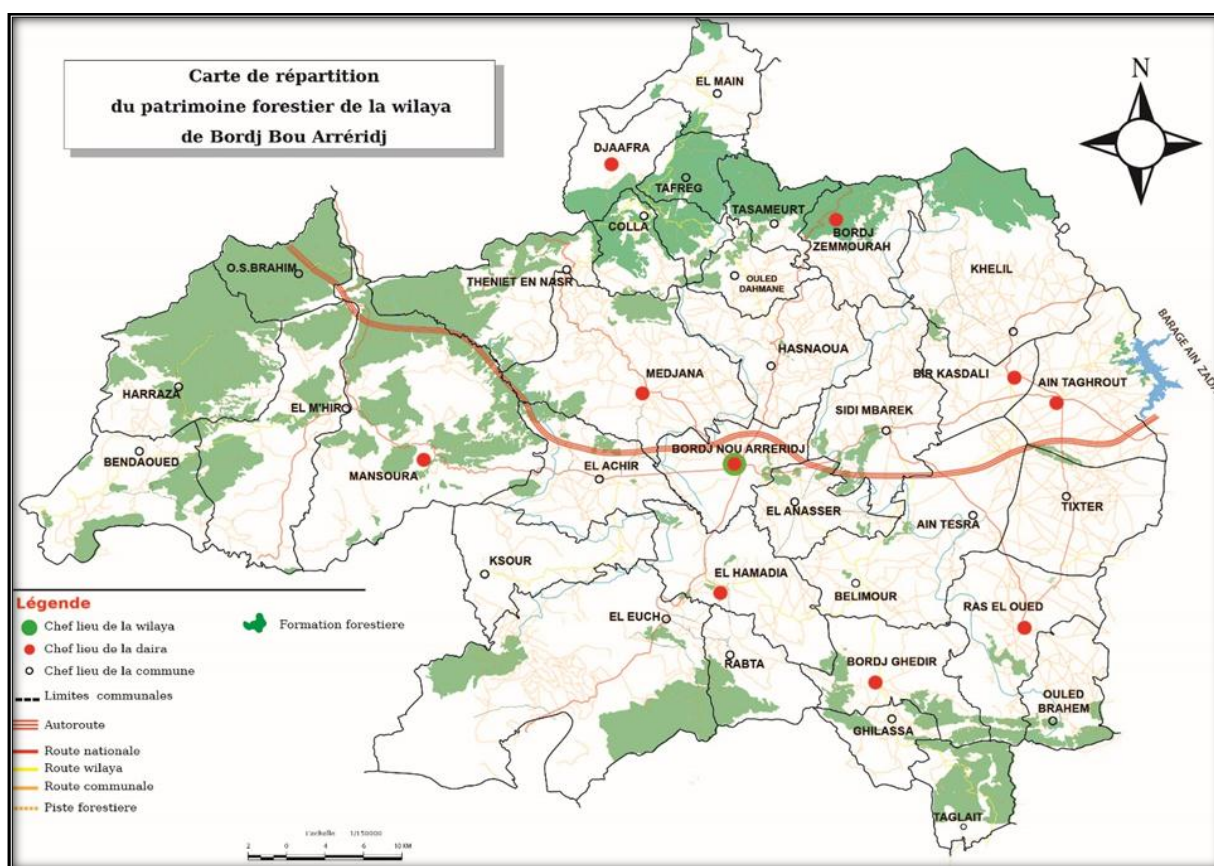


Figure 01 : Localisation géographique des forêts de la wilaya de Bordj Bou Arreridj (Conservation des forêts de bordj Bou Arreridj, 2021)

II.2. Présentation de la zone d'étude

II.2.1. Présentation de la forêt d'Ouannougha

La forêt d'Ouannougha est de nature juridique domaniale, couvre une superficie approximative de 17799 ha 143 ares, réparti sur 39 cantons. Elle est divisée en deux parties, l'une appartient à la wilaya de Bordj Bou Arreridj (16777 ha 98 ares), l'autre à la wilaya de Msila (1022 ha 45 ares), elle est délimitée au Nord par la forêt de Beni Mansour (wilaya de Bouira), au Sud par la forêt de Dréat (wilaya d Msila), à l'Est par la forêt domaniale des Bibans (wilaya de Bordj Bou Arreridj). Il se localise à environ 40 km à l'Ou 'Est du chef-lieu de la wilaya de bordj Bou Arreridj (Conservation des forêts de bordj Bou Arreridj, 2021).

Coordonnées Géographiques :

Longitude Est : 4°6'28.574784

Longitude Est : 4°22'14.824632

Latitude Sud : 35°59'30.867756

Latitude Nord : 36°15'11.336832

D'après la carte d'état-major aux 1/50 0 00 feuilles de Beni Mansour et Mansourah, le massif d'Ouannougha est situé entre les coordonnées Lambert suivantes :

X1 : 627,2 km

Y1 : 300,2 km

X2 : 654 km

Y2 : 329,6 km

Du point de vue gestion, elle est gérée par la conservation des forêts de Bordj Bou Arreridj et territorialement dépendant de la circonscription des forêts de Mansoura (Conservation des forêts de bordj Bou Arreridj, 2021) (Figure 02).

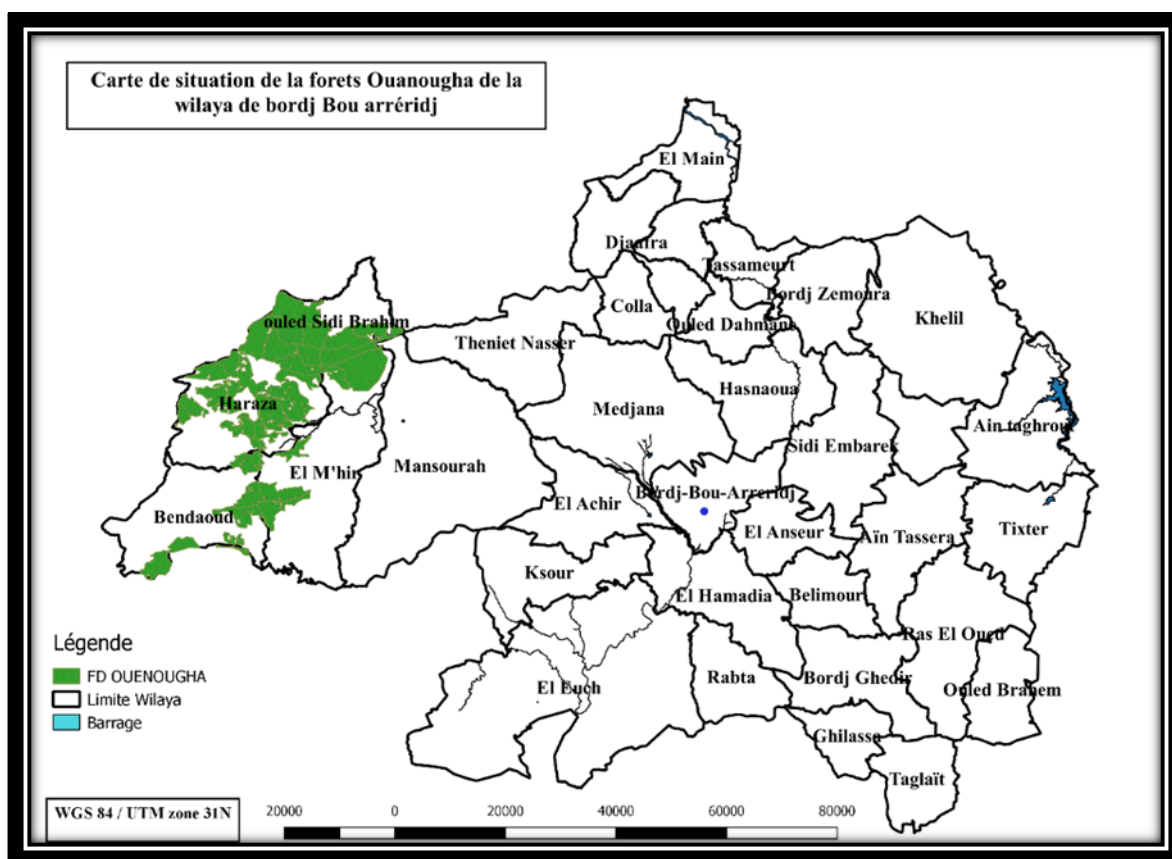


Figure02 : Situation géographique de la forêt d'Ouannougha

(Conservation des forêts de bordj Bou Arreridj, 2021)

-Superficie et limites de la forêt d'Ouannougha : la forêt domaniale d'organière s'étend sur une superficie de 20.161.72 ha (y compris les superficies à intègres) et dont les limites sont :

- Au Nord : par la forêt de Beni Mansour.
- Au Sud : Par les Koudiat et les kiefs du versant sud du Djebel choukhot (s .ouest) et Par de nombreux talwegs et ravines en allant vers le Nord
- À l'Ouest : par la limite de la wilaya de bouira
- À l'Est : Par la RN N° 5.

-Le Nombre des cantons : 39 Cantons (superficie/Ha) (**sénatus-consulte**)

La forêt domaniale d'Ouannougha est localise dans le sous bassin versant d'azrou d'une superficie totale le 17871 ha elle est connu par c'est 39 cantons ,tout en citant les trois cantons les plus important, en premier lieux celui de M'Zaam avec une superficie de 1387,6 ha, Bouhamou avec une superficie de 1121,76 ha et aussi Belabes qui occupe 1052 ha de forêt tout en arrivons de plus en plus aux cantons les plus étroits comme Boucheham (24,5 ha) et Grebissa (4,75) (Conservation des forêts de bordj Bou Arreridj, 2021).

II.2.2-Topographie

II.2.2.1. Relief

La forêt d'Ouennougha présente un relief très accidenté caractérisé par des lignes de crêtes et des versants à exposition variable et une morphologie hétérogène dont le point culminant (Ktef Zana 1724m), et l'altitude moyenne, les pentes sont présentes à des fourchettes ravinées par l'érosion des eaux de ruissellement d'un réseau hydrographique bien organisé (Conservation des forêts de bordj Bou Arreridj, 2021).

Le relief est « aéré » bien que l'on rencontre parfois des talwegs très encaissés exemple :

L'encaissement de l'Oued Timegui et entre le djebel Guerre maala (Nord).

Et le djebel Timekrit (Sud)

Dans la zone centrale forêt d'Ouannougha et dans la partie Sud le relief est caractérisé par une morphologie hétérogène. A l'exception de quelques massifs, l'ensemble du relief est collinaire.

•**Exposition** : L'orientation générale de ces montagnes est de direction Nord (Conservation des forêts de bordj Bou Arreridj, 2021).

•**Altitude** : L'altitude moyenne des montagnes varie entre 1110m Djebel Azrou à 799m djebel Djidjaia (Conservation des forêts de bordj Bou Arreridj, 2021).

II.2.2.2. Pédologie

D'après l'étude d'aménagement réalisée par le bureau national des études forestières **BNEF(1990)** du massif forestier d'Ouannougha, on peut distinguer au sein de ces dernières 04 grandes classes des sols :

- Classe des sols minéraux bruts
- Classe des sols peu évolués d'apport colluvial
- Classe des sols peu évolués
- Classe des sols iso-humiques

II.2.3. Hydrographie

Le principal cours d'eau est l'oued Chabba qui devient oued AZROU au niveau des portes de fer et se jette dans l'OUED SOUMAM et qui coule du sud vers le nord qui partage notre forêt en deux, la forêt d'Ouannougha à l'Ouest et la forêt des Bibans à l'Est.

Les cours d'eau les plus importants de la forêt d'Ouannougha sont l'oued Aglas, l'oued Safsaf, l'oued Sidi Lassa, l'oued Boutouil (Conservation des forêts de bordj Bou Arreridj, 2021).

II.2.4. Facteurs abiotiques

II.2.4.1. Caractéristiques climatiques

Selon Seigue (1985) *in* Saidani, (2002) la végétation est directement exposée à l'action du climat. La connaissance de toute forêt passe nécessairement par une bonne connaissance du climat.

D'une manière générale, le climat d'Algérie est un climat de type méditerranéen caractérisé par la concentration de la pluie durant la période froide de l'année, et la coïncidence de la saison sèche avec la saison chaude (Kadik, 1987).

Seulement, le climat méditerranéen n'est pas homogène sur toute l'étendue de son aire (Daget, 1977 *in* Regoui, 2004).

II.2.4.1. 1. La pluviométrie

Les précipitations constituent un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres.

Les données pluviométriques de la station météorologique de Bordj Bou Arreridj sur une période de 30 ans allant de 1991 jusqu'à 2020 sont présentées sous forme de diagramme (Figure 03).

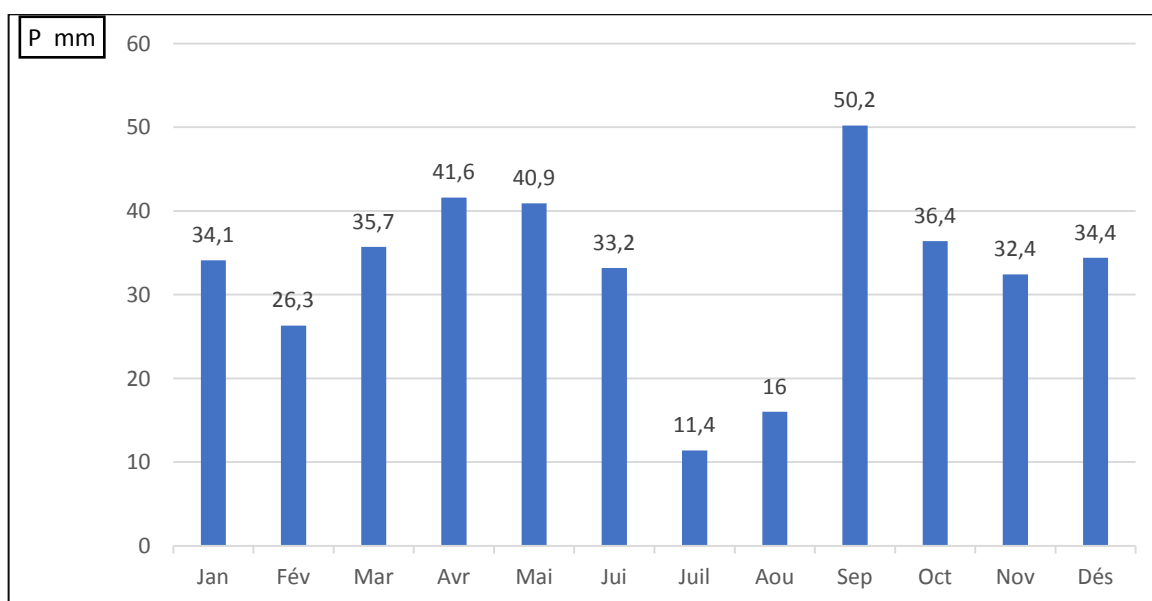


Figure03 : Variation de la pluvi m trie de Bordj Bou Arreridj (1991-2020).

D'après la station météorologique de Bordj Bou Arreridj les quantités pluviométriques sont réparties d'une manière relativement assez homogène pour les périodes pluvieuses, c'est-à-dire du mois de septembre jusqu'au mois de Janvier, ou nous remarquons que le mois qui a la plus forte pluviosité est septembre avec 50.2 mm tandis que celui qui a la plus faible pluviosité est juillet avec 11.4mm.

II.2.4.1.2. Température

La température représente un facteur limitant de première importance car elle conditionne la répartition de la totalité des espèces végétales et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Ramade, 1994).

La température de l'air est un facteur important qui conditionne l'écologie et la Biogéographie de tous les êtres vivants de la biosphère (Dajoz, 1985).

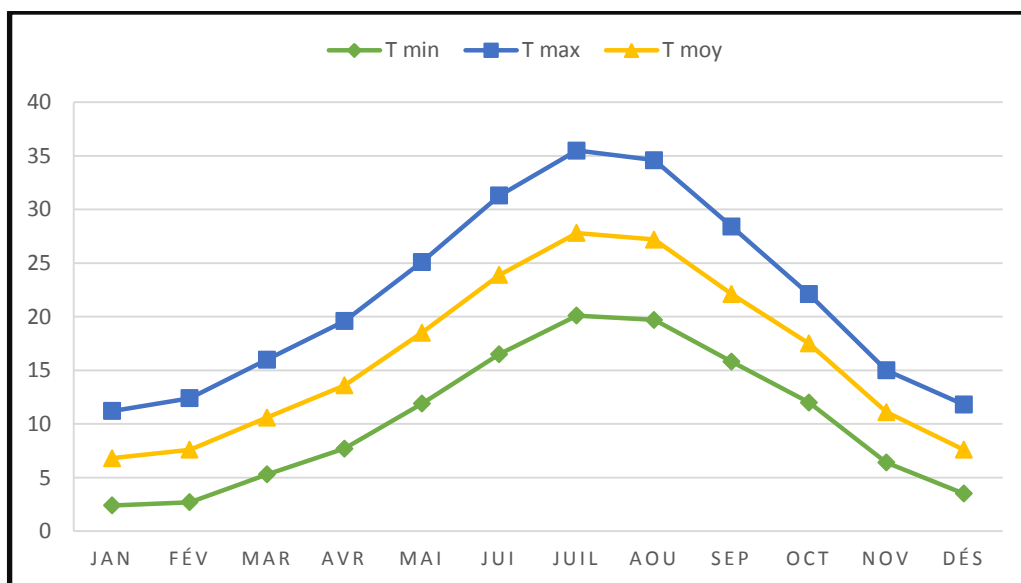


Figure 04 : Variation des températures moyennes mensuelles (1991-2020)

(Source : station météorologique de Bordj Bou Arreridj)

D'après la figure 05 on remarque que la température minimale la plus basse est enregistrée au mois de janvier avec 2.4°C tandis que la température moyenne maximale la plus élevée est celle de mois de juillet avec 35.5°C.

II.2.4.1.3 Régime saisonnier

Le régime saisonnier des pluies est une indication importante pour la végétation, car c'est lui qui détermine les besoins en eau.

La figure 06 permet de caractériser le régime pluviométrique en fonction des saisons.

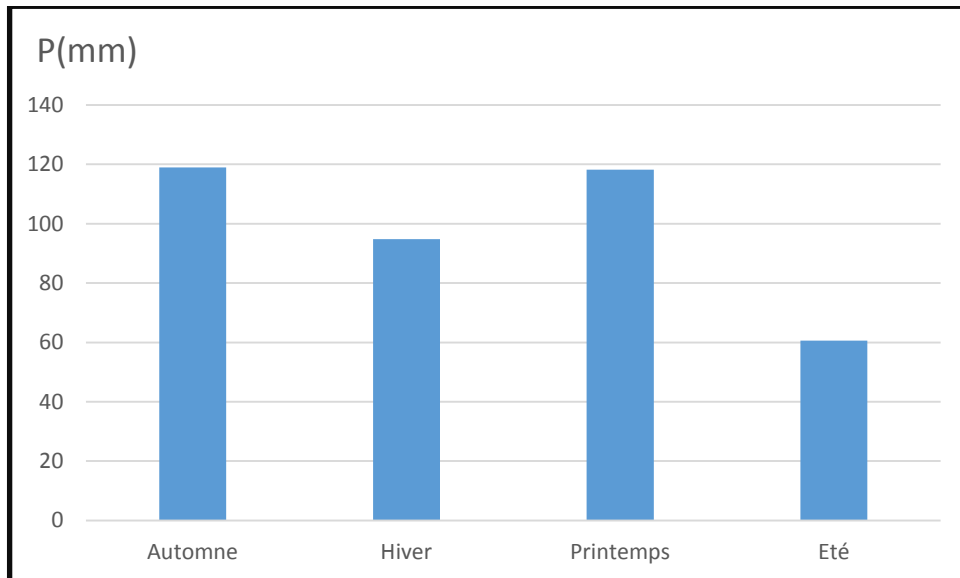


Figure n° 05 : Variation saisonnière de la pluviométrie Bordj Bou Arreridj (1991-2020)
(Station météorologique de BBA)

Selon cette figure, le régime saisonnier de notre zone d'étude est du type PAHE.

Les quantités pluviométriques sont réparties d'une manière relativement assez Homogène pour les périodes pluvieuses.

II.2.4.2. Synthèse climatique

II.2.4.2.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson

Bagnouls et Gausson considèrent qu'un mois est sec quand le total des précipitations exprimé en mm est égal ou inférieur au double de la température exprimée en degrés Celsius (P inférieure ou égale à $2T$) (Kadik, 1987).

Le diagramme ombrothermique de Bordj Bou Arréridj montre deux périodes, l'une humide et l'autre sèche. On notera que la période sèche s'étend du mois de la fin de Mai jusqu'à la fin du mois Aout.

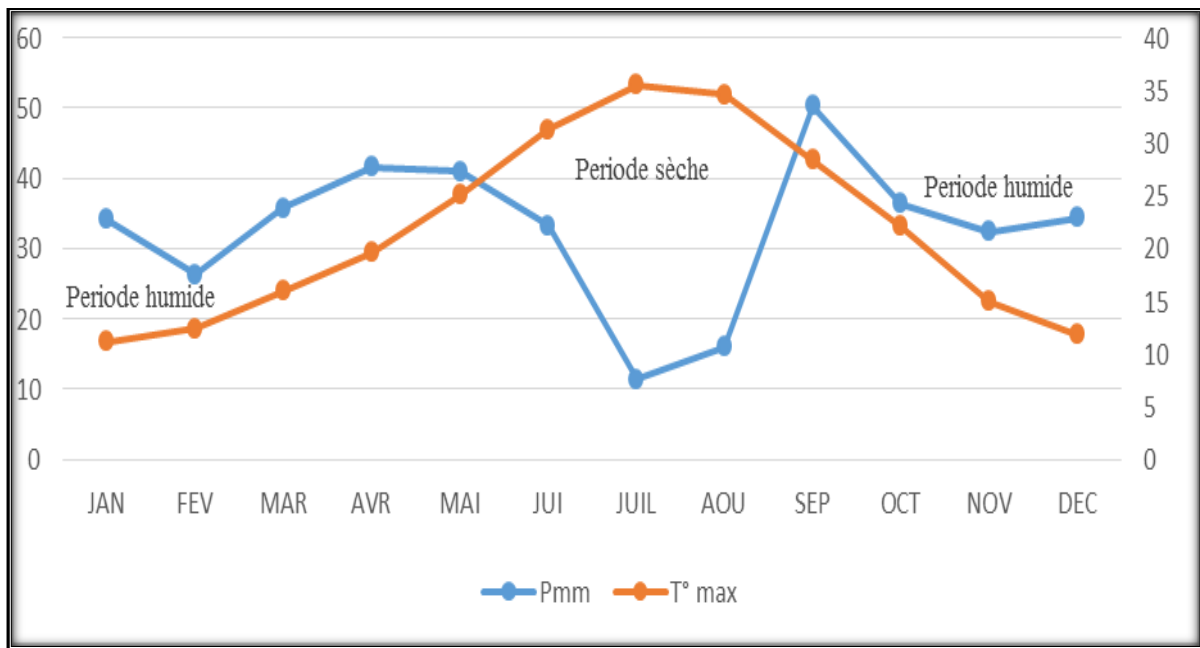


Figure 06 : Diagramme ombrothermique

II.2.4.2.2. Quotient pluviothermique d'Emberger

Emberger a défini les étages bioclimatiques en se basant sur deux facteurs, la détermination de saisons sèches et humides qui est représentée par le quotient pluviométrique Q2 (Ozenda, 1982).

La formule est la suivante :
$$Q2 = \frac{2000 P}{(M^2 - m^2)}$$

Q2 : quotient pluviométrique d'Emberger.

P : les précipitations moyennes annuelles de la station considérée. (Unité : mm).

M : moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (unité : K).

m : moyenne des températures minimales du mois le plus froid (unité : K).

NB: 1K = 1C° + 273

P= 392.6; M =35.5+273= 308.5K; m = 2.4 +273= 275.4 K

Q 2= 40.62

Tableau II : Etages bioclimatiques selon Emberger

Zone bioclimatique	Q2	Precipitation en mm
Saharienne	Q2<10	P<100
Aride	10<Q2<45	100<P<400
Semi –aride	45< Q2<70	400<P<600
Sub –humide	70<Q2<110	600 <P<800
Humide	110<Q2<150	800 < P <1200
Hyper humide	Q2 > 150	P> 1200

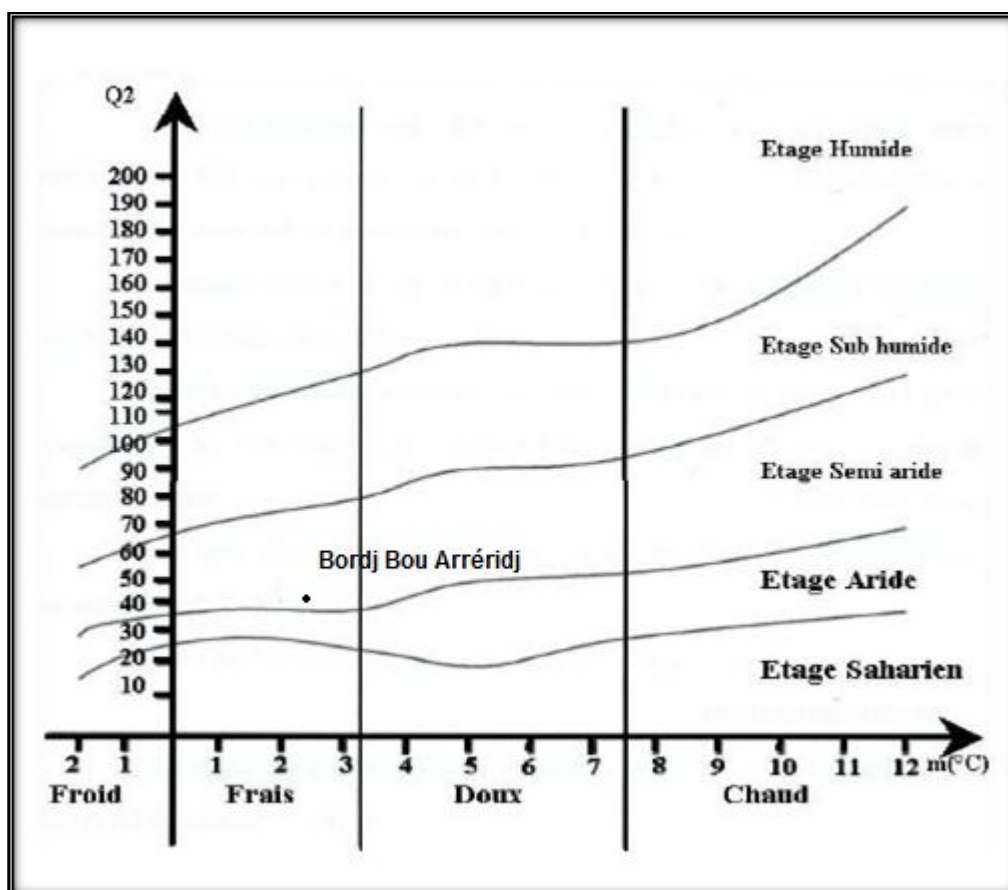


Figure 07 : Localisation de BBA dans le diagramme d'Emberger (1991-2020)

Donc sur le diagramme d'Emberger la wilaya de BBA classe dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver frais.

II.2.5. Facteurs biotiques (Flore)

D'après l'étude de **BNEF** les principaux groupements de la forêt domaniale d'Ouannougha sont :

- **Exposition Nord**

Groupement de Pin d'Alep et Chêne vert à 1300 m d'altitude (Amalo Mahroum-khaloua Teghrabine). Groupement de Pin d'Alep Ciste 1100 m d'altitude (Lougane- Balabes - Maarouf- Tafraouet - tagourt). Groupement de Pin d'Alep à Ciste 1100 m d'altitude (Lougane- Balabes -Maarouf- Tafraouet - tagourt).

- **Exposition Sud**

Groupement de Pin d'Alep à alfa à 950 m d'altitude (1'imahlite -Ghioul - Oscaim).

- **Exposition Est**

Groupement de pin d'Alep à Armoise Blanche à 750 m d'altitude (Tisjourdja Est-Oscaim- ou Mamo -djidjaia -Argoub Elmalah).

Tableau IV : les espèces Caractérisant ces groupes sont :

Halepensis	Globularia alvourm
Ampelodesma mauritanicum	Cistus villosus
Junipersus oxvcedrus	raphanus raphanistrum
calycotome spinosa	Pistacia lantiscus
Rosmarinus officinalis	Artemesia herba alba
Stipa tenacissima	Juniperus oxvcedrus
Juniperus de phonicie	

II.3. Logiciels utilisés

Le QGIS version 3.16 et un logiciel, généralement utilisés pour la géo référencement, la digitalisation l'analyse thématique et la mise en page des documents cartographiques. Les logiciels de télédétection sont nécessaires pour le traitement et la classification de l'image satellitaire.

II.3.1. Généralité du SIG

Le SIG est l'ensemble des matériaux et logiciels informatiques ainsi que des données géographiques avec lesquels les utilisateurs interagissent pour intégrer, analyser et visualiser les données, identifier les relations, les schémas et les tendances et trouver des solutions aux problèmes. Ce système est destiné à la capture, au stockage, à la mise à jour, à la manipulation, à l'analyse et à l'affichage des informations géographiques. Un SIG sert Habituellement à représenter des cartes sous forme de couches de données qui peuvent être étudiées et utilisées à des fins d'analyse (ESRI, 2004).

II.3.1.1. Domaines d'application

Les domaines d'application des SIG sont aussi nombreux que variés (Haber, 2000), donne une liste de ces principales applications :

- Tourisme (gestion des infrastructures, itinéraires touristiques).
- Marketing (localisation des clients, analyse du site).
- Planification urbaine (cadastre, voirie, réseaux assainissement)
- Protection civile (gestion et prévention des catastrophes)
- Transport (planification des transports urbains, optimisation d'itinéraires).
- Hydrologie
- Forêt (cartographie pour aménagement, gestion des coupes et sylviculture).

- Géologie (prospection minière)
- Biologie (études du déplacement des populations animales)
- Télécoms (implantation d'antennes pour les téléphones mobiles).

II.4. Image satellitaire

Une image satellitaire est une représentation graphique, en vue du dessus, d'une zone assez vaste de la Terre. La particularité de cette image est qu'elle est prise par un satellite placé en orbite. Contrairement aux images obtenues à l'aide d'un appareil photo, ou dessinées sur du papier, une image satellitaire est une image numérique, traitée par un outil informatique, élaborée à partir des signaux transmis par un satellite (Gérard, 1987).

II.4.1. Caractéristiques des images satellites

L'énergie électromagnétique peut être perçue de façon photographique ou de façon électronique ; le processus photographique utilise une réaction chimique sur une surface sensible à la lumière pour capter et enregistrer la variation d'énergie. Il est important, en télédétection, de distinguer les termes « image » et « photographie » ; une image est une représentation graphique, quelle que soit la longueur d'onde ou le dispositif de télédétection qui a été utilisé pour capter et enregistrer l'énergie électromagnétique (Mercier *et al*, 1990).

II.5. QGIS

QGIS est un logiciel de systèmes d'informations Géographiques (SIG). Libre d'accès et gratuit, il représente un des logiciels cartographiques les plus performants du moment et constitue un choix intéressant pour nombre d'utilisateurs impliqués dans la gestion des ressources naturelles. Apparue dans les années 80, la cartographie informatisée permet d'acquérir et de manipuler des données à caractère géographique. Il est lancé en 2002.

Un autre avantage du logiciel est sa compatibilité avec différentes plateformes (Windows, Mac OSX ou encore Linux) www.qgis.org – [WWW Os Geo.Org](http://WWW.OsGeo.Org).

6. Indice de végétation

L'NDVI est construit à partir des canaux rouges (R) et proches infra-rouges (PIR). L'indice de végétation normalisé met en valeur la différence entre la bande visible du rouge et celle du proche infrarouge, cet indice est sensible à la vigueur et à la quantité de la végétation. Ces valeurs sont comprises entre -1 et +1, les valeurs négatives correspondant aux surfaces autres que les couverts végétaux, comme les nuages, l'eau et le nuage ont un indice de réflexions plus élevées dans le visible que dans le proche infrarouge, si bien que ces surfaces ont un faible NDVI. Les roches et le sol nu ont elles aussi des indices de réflexion proches de zéro. Les fortes valeurs (>0.3) indiquent systématiquement une surface végétale ; plus ces valeurs sont fortes plus le couvert est dense. Les valeurs les plus faibles (0.1) caractérisent les types de couverts plus clairsemés (Banari et al, 1995 in Boudjema, 2017) il est défini par l'équation suivante :

$$NDVI = (PIR - R) / (PIR + R)$$

(Rouse et al, 1973 in Abdelbaki, 2012).

La classification d'indices de végétation (NDVI) permet la caractérisation du couvert végétal. L'indice reflète l'état de santé des plantes, la vitalité, le feuillage et la quantité de végétation (Belloula, 2020).

*Résultats
et
Discussion*

III.RESULTATS ET DISCUSSION

III.1. Généralité du logiciel QGIS

QGIS est un logiciel SIG (système d'information géographique) libre multiplate-forme publié sous licence GPL. Le développement a débuté en mai 2002 et est sorti en tant que projet sur Source Forge en juin 2002. Il était également appelé Quantum GIS jusqu'en septembre 2013. Via la bibliothèque GDAL, il gère les formats d'image matricielles (raster) et vectorielles, ainsi que les bases de données.

III .1.1. Caractéristique du logiciel QGIS

- Gère l'extension spatiale de PostgreSQL, PostGIS
- Prend en charge un grand nombre de formats de données vectorielles (Shapefile, les couvertures ArcInfo, Mapinfo, GRASS GIS, etc..).
- Prend également en charge un nombre important de formats de couches matricielles⁷ (GRASS GIS, GeoTIFF, TIFF, JPG, etc..).

QGIS peut être utilisé comme logiciel autonome ou comme interface graphique du serveur SIG GRASS. Il est ainsi possible d'utiliser toute la puissance d'analyse de QGIS dans un environnement de travail plus convivial. Il est également possible d'appeler les modules SAGA GIS depuis QGIS. Les fonctionnalités GRASS sont optionnelles, et passent par un module d'extension (plugin).

Par ailleurs, QGIS dispose — par défaut — de nombreux modules, dont :

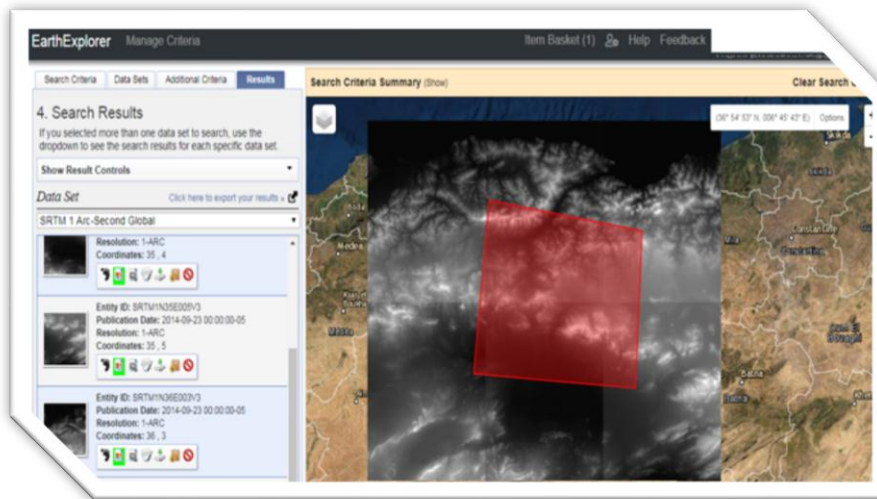
- Un module de lecture/écriture de données GNSS, basé sur le programme GPSTabel
- Un module de géo référencement, qui permet de « caler » une image (vue aérienne, typiquement) dans un référentiel terrestre.

III.2.Etape de travaille

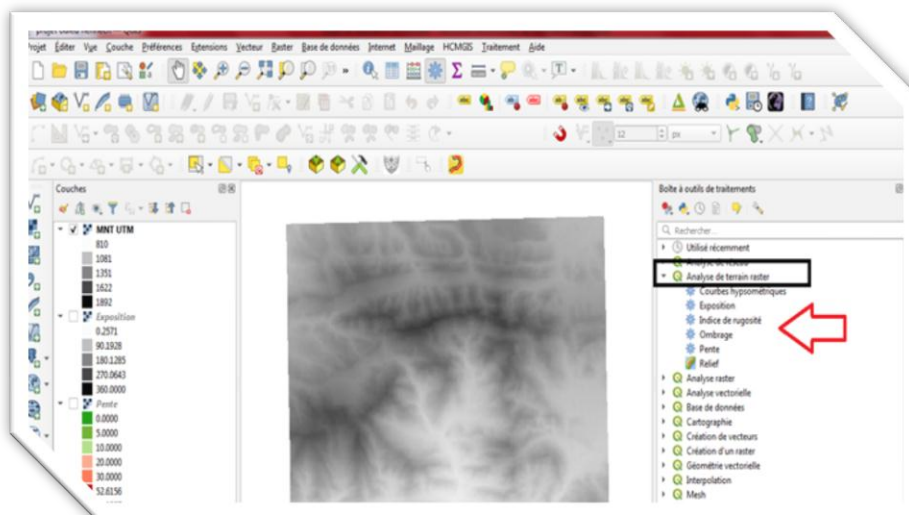
1. Réalisation des cartes topographiques, carte des pentes et carte d'exposition (Analyse du terrain).

Pour la réalisation des cartes :

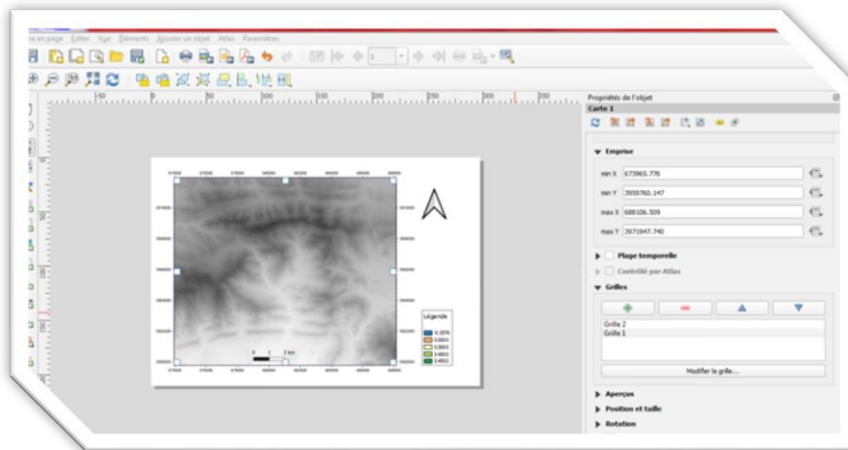
- A- Téléchargement des images satellitaires SRTM ou MNT (modèle numérique du terrain) du site Web Earth explorer de l'USGS <https://earthexplorer.usgs.gov/>



B- Utilisation de l'outil Analyse terrain raster du boîte de traitement GRASS de QGIS pour faire le traitement des images MNT et extraire les cartes de la pente, carte topographique et carte d'exposition.

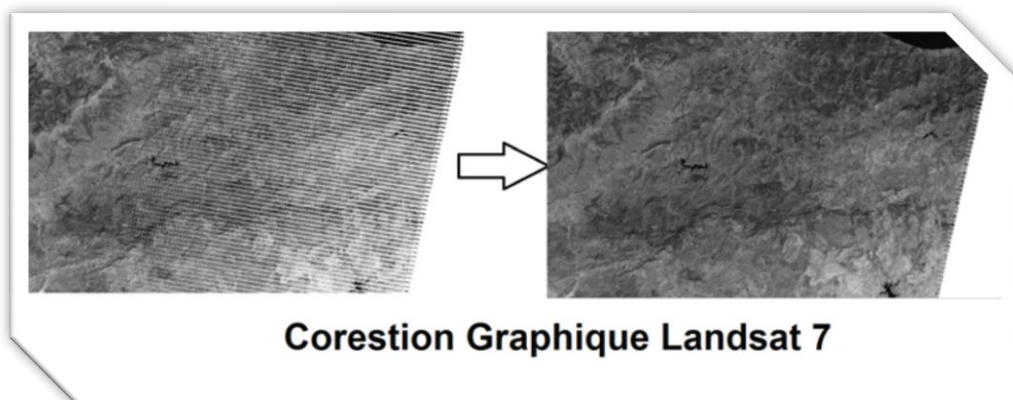


C- Pour la mise en page des carte en utilise le composeur d'impression du QGIS pour faire la légende, l'orientation (Nord), le cadre, l'échelle ...



2- Calcule de l'indice de végétation NDVI

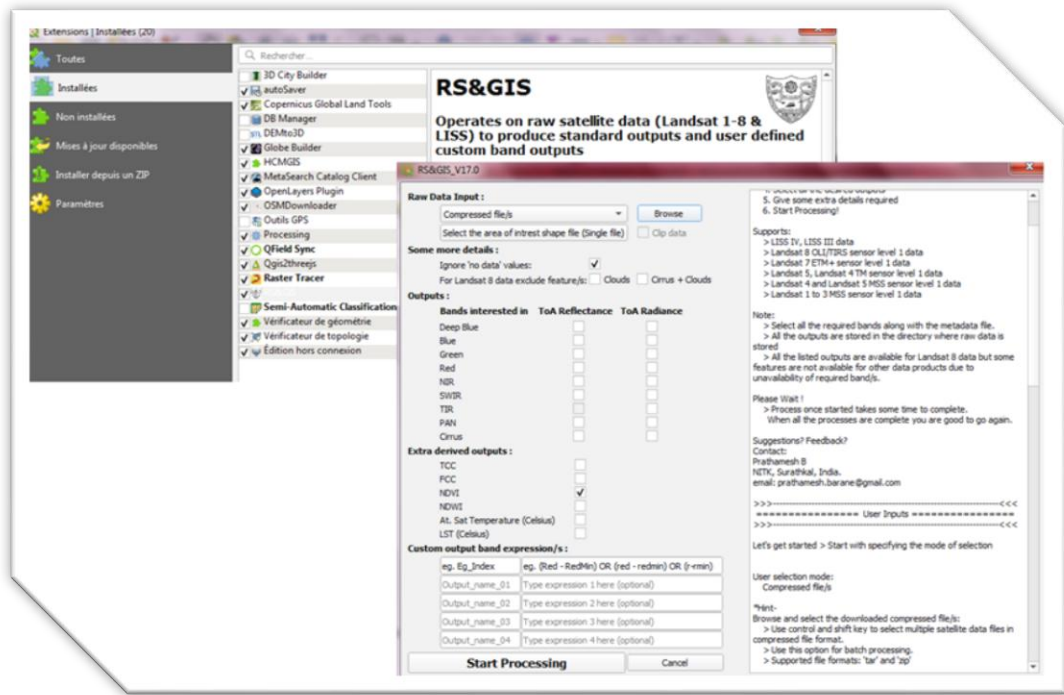
- A- Téléchargement des images satellitaire Landsat 7 pour la période 2011, et Landsat 8 pour la période 2021 du site Web Earth explorer de l'USGS <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- B- Correction des images satellitaire Landsat 7 avec logiciel QGIS.



- C- Pour le Calcul de l'indice de végétation NDVI en a utilisé la nouvelle extension développé sur QGIS (RS &GIS tool) au lieu d'utilisé la méthode classique de calcule des Bandes.

Définition de l'extension :

C'est une extension Fonctionne sur des données satellites brutes (Landsat 1-8 et LISS) pour produire des sorties standard et des sorties de bandes personnalisées définies par l'utilisateur (NDVI, NDWI, FCC, AT ...).



III.3. Partie cartographique

L'utilisation des images satellitaires, logiciel Qgis et Google Earth ont permis d'obtenir différentes cartes.

III.3.1. Carte des pentes

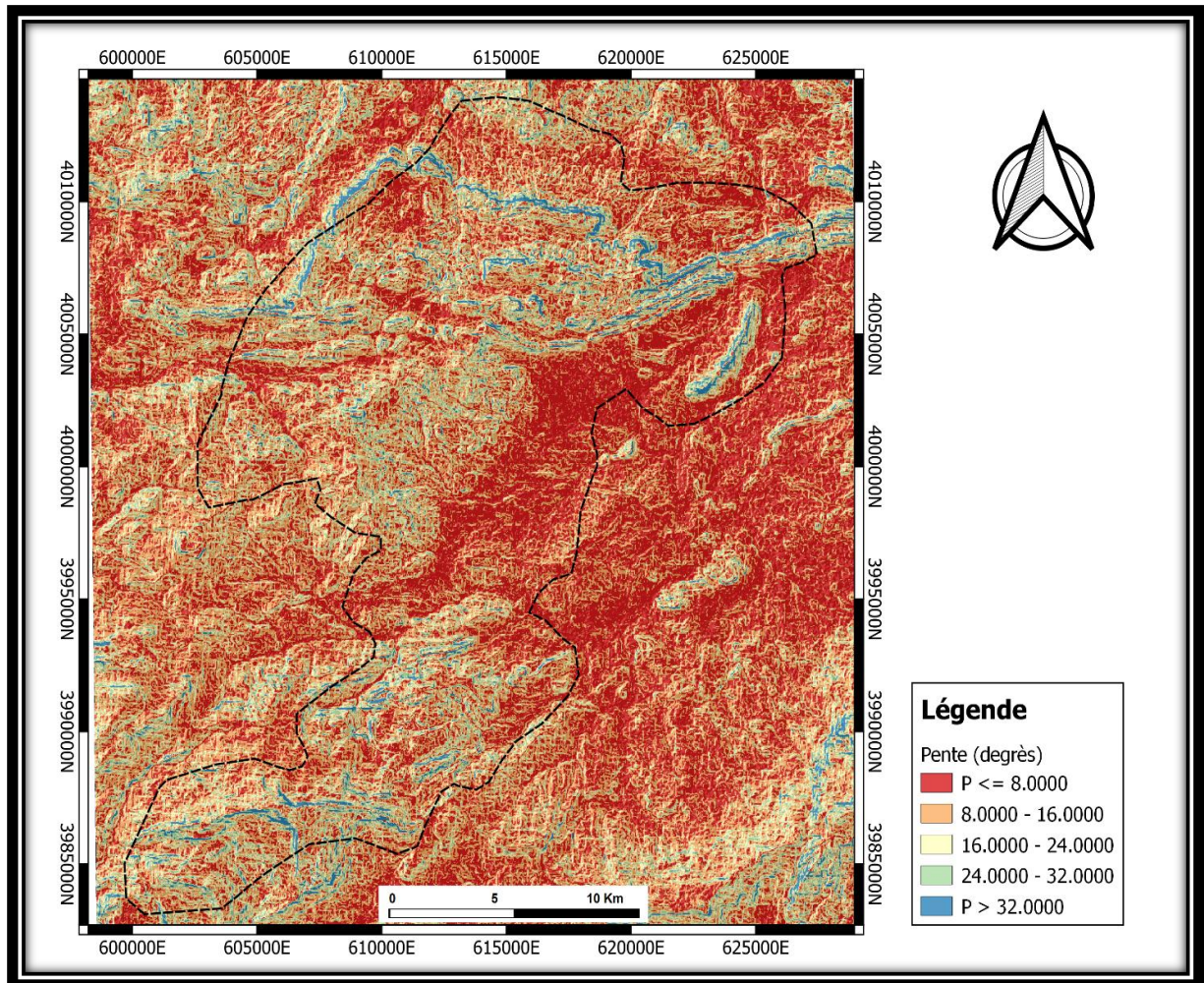


Figure 8 : Carte des pentes de la forêt d'Ouannogha

La carte des pentes (Figure 8) réalisée pour la forêt d'Ouannogha à partir du logiciel Qgis détermine les classes et ses répartitions dans la zone. L'importance de connaître les pentes c'est pour son influence directe sur la forêt.

L'érosion aux niveaux de la forêt lorsque la végétation est claire, et aussi un terrain non accessible au forestiers ou chercheurs.

Donc, lorsque la pente est très forte, l'utilisation de Qgis facilite notre travail dans les conditions difficile.

Les classes dominantes sont celles représentées par les pentes comprises entre 8 et 32 degrés dans l'Est, la moitié est au niveau d'Ouest, et celles supérieures à 32% dans la partie

Nord et Sud. Les pentes sont plus douces dans la partie Nord-Est. Donc, notre zone est un terrain accidenté (pente supérieure à 32).

II.3.2. Carte d'altitude

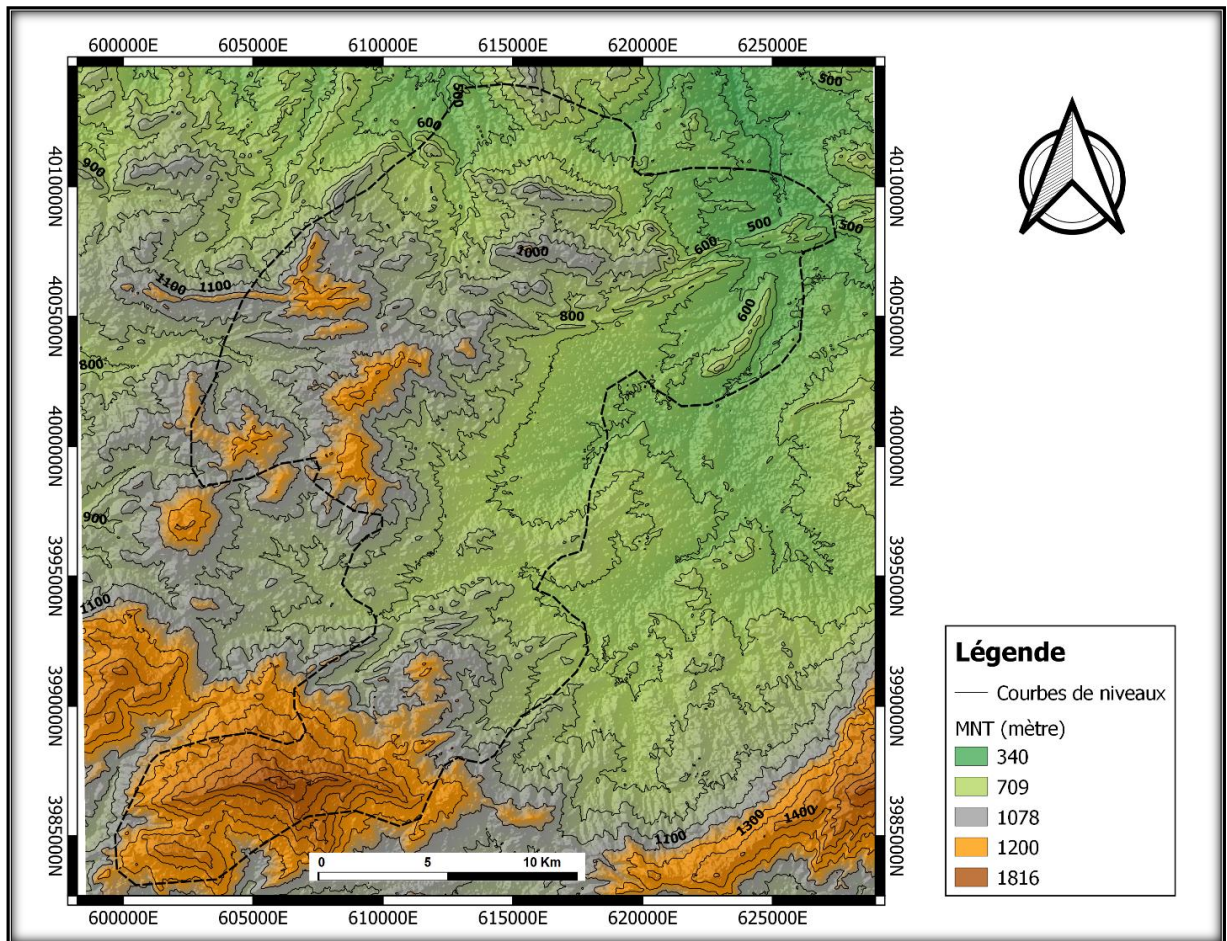


Figure 09 : Carte d'altitude de la forêt d'Ouannogha

La figure 09, présente les altitudes de la forêt d'Ouannogha. La réalisation de cette carte nous facilite de connaître l'intervalle altitudinal de notre forêt, et aussi nous informe sur l'état de terrain car l'altitude a un effet direct sur la végétation, chaque altitude a sa diversité par exemple : à haute altitude on observe la rareté des arbres.

Les altitudes d'Ouannogha situés entre 500 et 1800m d'altitude.

Cette carte montre que la zone d'étude est une zone à moyenne et haute altitude.

III.3.3. Carte d'exposition

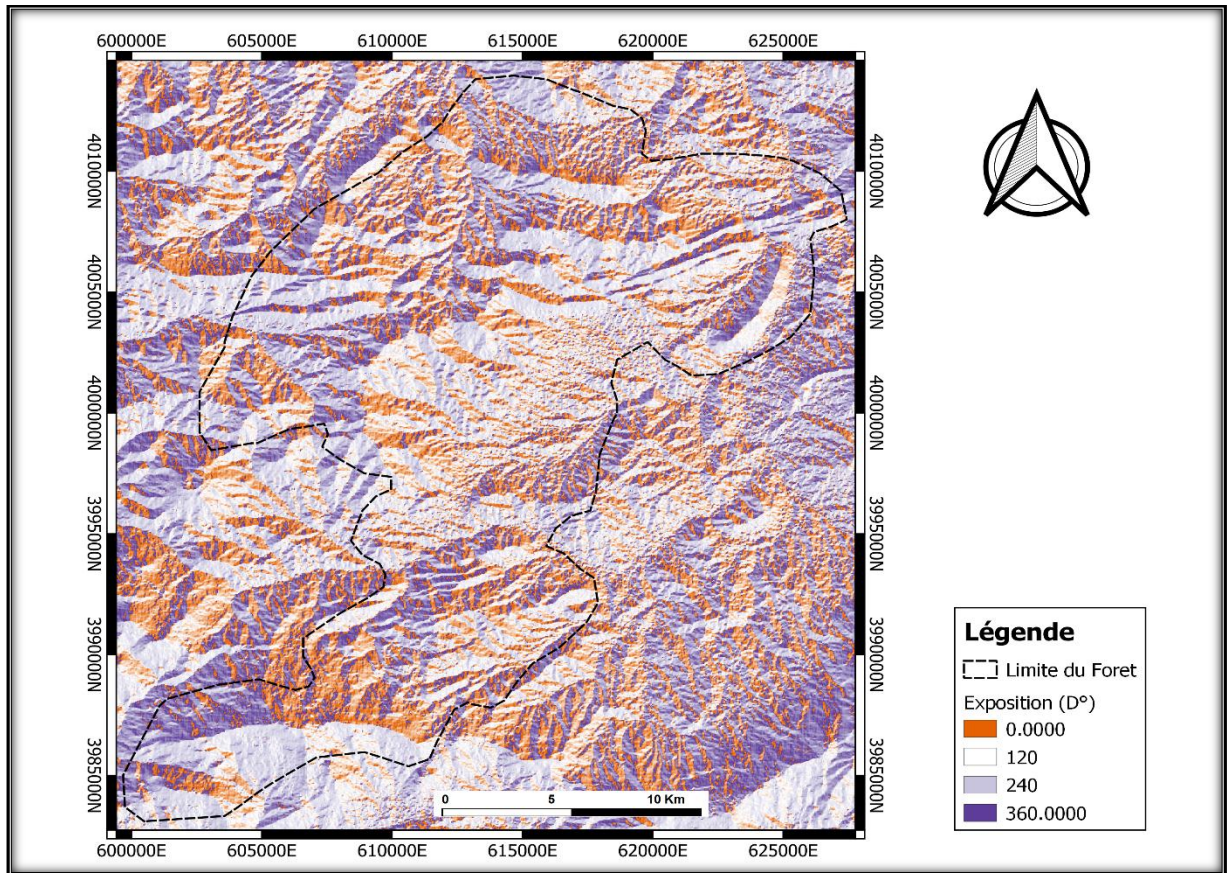


Figure10 : Carte d'exposition de la forêt d'Ouannougha

La figure 10, représente les expositions de la région d'Ouannougha. La réalisation de cette carte c'est pour connaître la localisation, car les expositions Sud un peu néfaste par apport le Nord.

Selon la légende en remarques 4 sens d'exposition et la plus dominante est l'exposition Nord.

En fin, la réalisation des cartes (des pentes, d'altitude et d'exposition) c'est pour caractériser le milieu de notre forêt et connaître les facteurs influencer la forêt.

III.3.4. Carte NDVI en 2013

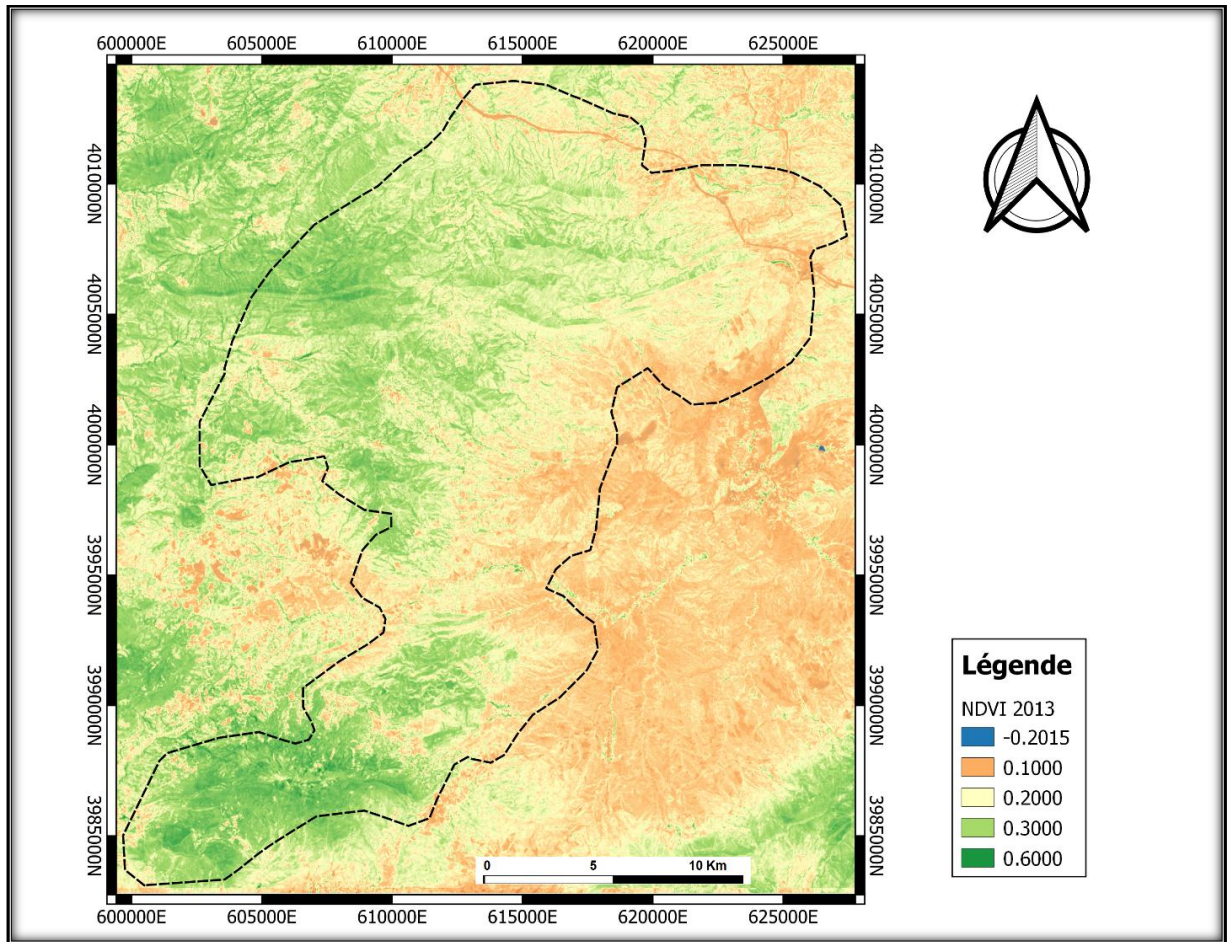


Figure 11 : Carte du NDVI de la forêt d’Ouannounga en 2013

La figure (11) présente les valeurs du NDVI de notre région d’étude. La valeur maximale du NDVI (**0.6**) indiqué par la couleur verte. La valeur la plus basse (**0.3**) est présenté par une couleur verte mais plus claire que la précédente.

Alors, notre terrain est caractérisé par une moyenne activité végétale.

III.3.5. Carte NDVI en 2021

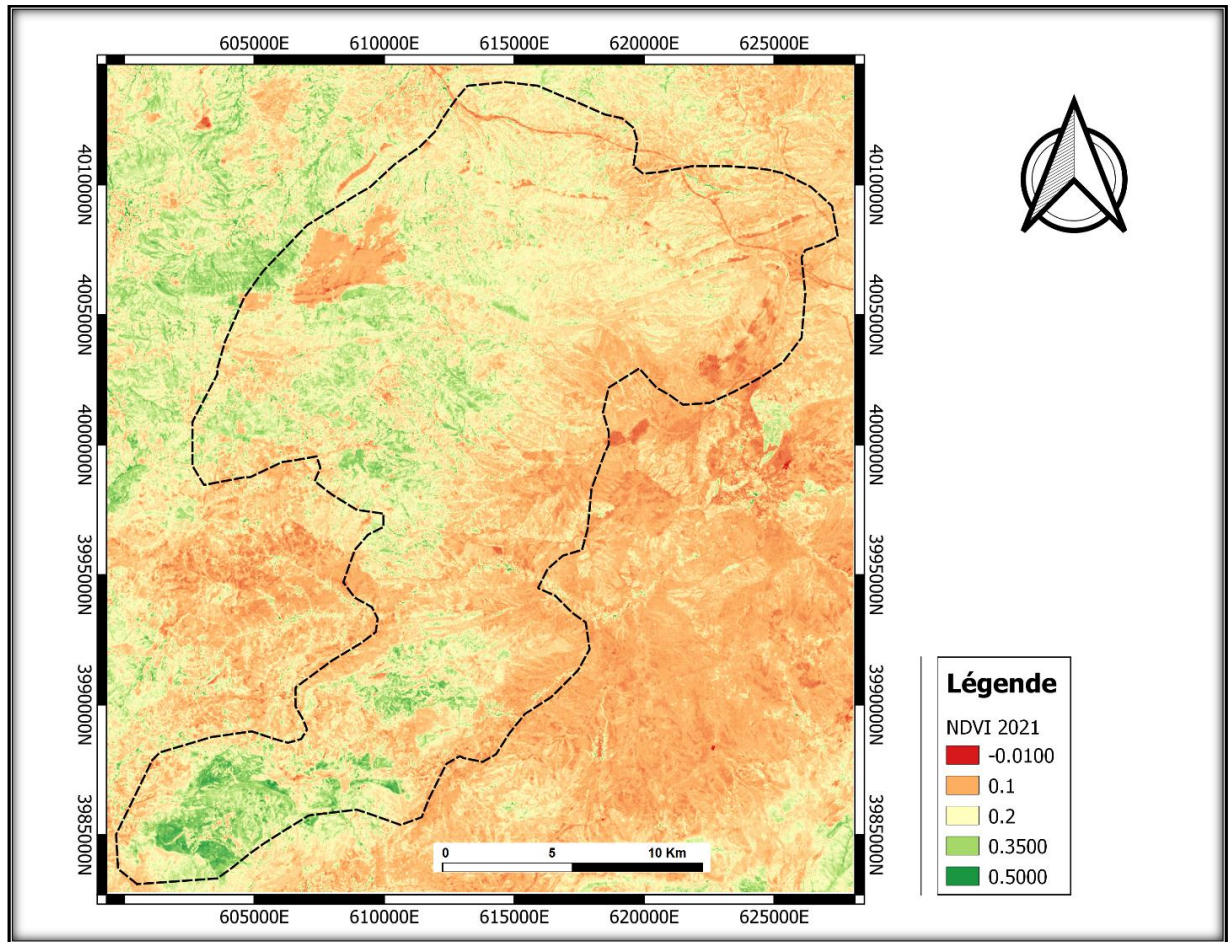


Figure 12 : Carte du NDVI de la forêt d’Ouannounga en 2021

Dans la carte 12, la valeur maximale du NDVI est comprise entre 0.5000 et 0.35. L'état sanitaire (en 2021) de la forêt a été changé par rapport à celle du 2013, il y a une régression en état sanitaire (régression du couvert végétale) à raison des incendies et l'effet négatif de l'homme.

III.3.6. Carte de changement d'NDVI 2013 et 2021

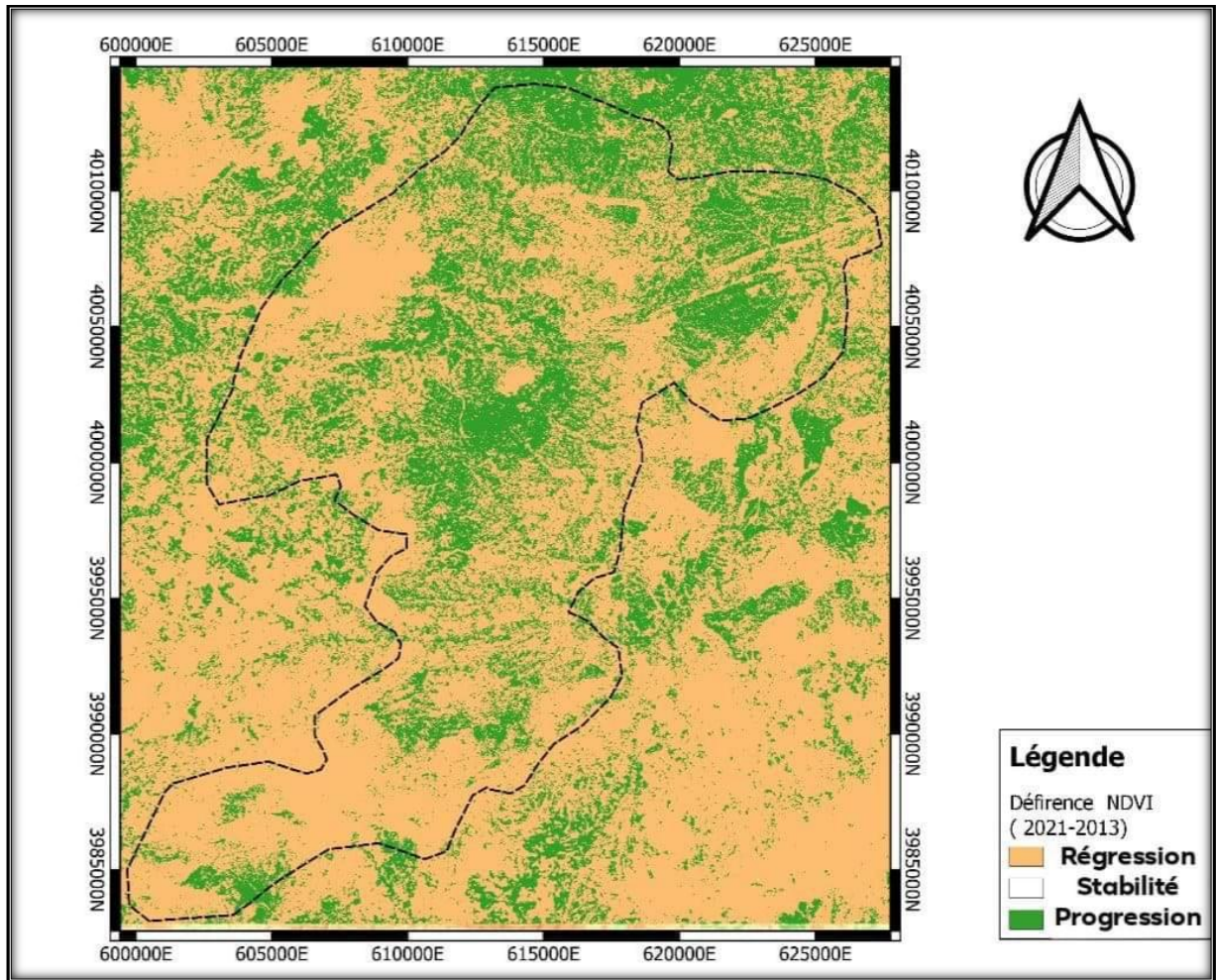


Figure 13 : Carte de changement entre 2013 et 2021 de la zone d'étude

La figure n°13 montre la différence de NDVI entre les deux années (2013 et 2021). La couleur verte correspond à une progression au niveau du couvert végétale (changement positive). La couleur orange correspond à une régression au niveau du couvert végétal (changement négative). La couleur blanche correspond à une stabilité de la forêt.

La progression est due à cause d'une régénération de la forêt et d'un reboisement réalisé au niveau des zones incendies. La régression à cause aux incendies.



Conclusion

IV. Conclusion

A l'issue des résultats obtenus et à la lumière des connaissances acquises, la dégradation du couvert végétal et des couverts forestiers en particulier, dans notre région d'étude, nous pouvons émettre la conclusion suivante :

Les massifs forestiers de la wilaya de bordj Bou Arreridj présentent une grande dynamique spatio-temporelle, fait suite à une caractérisation phytogéographique et climatique de la région (un climat rigoureux caractérisé par des températures très élevées en été et par une période sèche dépasse les 3mois, ainsi un relief très accidenté. Ces caractéristiques font de ces forêts des écosystèmes très vulnérables aux dégradations.

Le système d'information géographique (SIG) est un domaine connu comme un outil plus rapides, plus précis et plus fiables, qui facilitent aux chercheurs les études et leur permettent de tirer des résultats plus précis. Et pour atteindre notre objectif ; Le traitement des images satellites par le logiciel Qgis, nous a permis l'obtention de différents types de carte (des pentes, altitude et exposition, Carte NDVI en 2013, Carte NDVI en 2021, Carte de changement d'NDVI 2013 et 2021).

A partir des cartes des pentes, altitude et exposition on a trouvé que notre zone est accidentée avec des fortes pentes.

Carte de NDVI, les résultats obtenus montre où il existe un taux basse d'NDVI correspond à une dégradation remarquable au niveau de la couverture végétale. Et où il existe un taux élevé d'NDVI correspond à une progression au niveau du couvert végétal. Le couvert végétal d'Ouannougha en 2013 est plus dense qu'en 2021 en raison d'absence des feux aussi bien aux niveaux d'accumulation pluviométrique (les précipitations en 2013 sont plus important par rapport à celles en 2021).

Carte de changement, durant une période du temps de 7ans, il apparue un changement visuelle remarquable dans la surface de la forêt.

La forêt d'Ouannougha nécessite un suivi particulier, un nouveau plan d'aménagement et un travail sylvicole adapté à notre forêt car sa dégradation année par année va changer la structure et le climat de région.

Ce travail sur la forêt et avec l'utilisation des logiciels nécessite un suivi et une continuité.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdelbaki, A. (2012).** Utilisation des SIG et télédétection dans l'étude de la dynamique du couvert végétal dans le sous bassin versant d'oued Bouguedfine (Wilaya de Chlef) (Doctoral dissertation, Université de Chlef-Hassiba Benbouali).
- Boudjema, M.A. (2017).** Parc national de Tlemcen. Dynamique de la couverture végétale et perspective. Mémoire de master, univ. Abou Bakr Belkaid – Tlemcen, 50,51p.
- Bouhabila, A. (2019).** Travail de fin d'études: " La forêt Algérienne face au changement global. Quelle place pour l'agroforesterie ?".
- Belhadef, H & Kholadi, M.K. (2007, March).** Conception d'une nouvelle ontologie pour l'interopérabilité des systèmes d'informations géographique. En 4ème colloques internationaux Sciences de l'électronique, Technologies de l'information et des Télécommunications, Tunisie.
- Belloula, S. (2020).** Caractérisation des facteurs écologiques influents sur le dépérissement du cèdre de l'Atlas (Doctoral dissertation, UB1).
- BNEF, (1990).** Etude d'aménagement des forêts domaniales des Bibans et d'Ouennoughas. Wilaya de Bordj Bou Arréridj. Blida : 3 - 21.
- C.F.B.B.A, (2021).** Conservation des forêts de Bordj Bou Arreridj.
- Dajoz, R. (1985).** Linné, un précurseur de l'écologie. Publications de la Société Linnéenne de Lyon, 54(8), 53-64.
- Benkhiat, A. (2008).** Inventaire floristique de la forêt d'Ouennougha (Kef Ktef Zana) (Doctoral dissertation, Université Mohamed Boudiaf de Msila).
- Dehane, B, & Ghefar, M. (2017).** Etude de la variabilité de croissance du liège dans le Nord Algérien. Geo-Eco-Trop, 41(1), 39-54
- ESRI, (2004).** Utilisation d'Arc Map, ArcGIS9, ESRI 380 New York Street Red Lands, CA92373-8100 USA. www.esri.com ; Imprimé en France ESRI France 21, rue des Capucins 92190 Meudon. www.esrifrance.fr, 646 p.
- FAO, (2002).** Etude perspective du secteur forestier en Afrique (FOSA) : Algérie .FAO, Rome ,50 p.
- Gérard, J. O. L. Y. (1987).** Traitement informatique de l'image satellitaire. Ingénieur CNRS, Laboratoire de Géographie, CNRS UA, 910.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Habert, E. (2000).** Qu'est-ce qu'un système d'information géographique ? Laboratoire de cartographie appliquée, 13p.
- Kadik, B. (1987).** Influence du climat sur la répartition naturelle du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) en Algérie. *Ann Rech Forest Algérie INRF*, 2, 61-106.
- Mercier, J, Zanchi, G., & Pérez, J. P. (1990).** Énergie mécanique, énergie interne, énergie et premier principe de la thermodynamique.
- Ozenda, P. (1982).** Les végétaux dans la biosphère.
- Quézel, P, & Médail, F. (2003).** Conséquences écologiques possibles des changements climatiques sur la flore et la végétation du bassin méditerranéen. *Bocconea*, 16(1), 397-422.
- Ramade, F. (1984).** Eléments d'écologie. Fondamentale. Ed. Dunod, Paris, 689p.
- Regoui, C. 2004.** Approche dendroécologique du Pin d'Alep (*pinus halepensis* Mill) dans la forêt domaniale d'Ouennoughas (Massif des Bibans- Bordj Bou Arréridj). Thèse de magister. Univ Ferhat Abbés. Sétif. P : II - 20.
- Rival, A, & Levang, P. (2013).** La palme des controverses: Palmier à huile et enjeux de développement. Editions Quae.
- Saidani, S. (2002).** Contribution à l'étude des incendies de forêts dans la wilaya de Bordj BouArréridj. Cas de la forêt d'Ouannougha. Thèse d'Ingo Univ Ferhat Abbés Sétif: 5-15.
- Seigue, A. (1985).** La forêt circum méditerranéenne et ses problèmes. Ed. Maison neuve et Larose. Paris. 502 p.

Liste des sites web

[Www.qgis.org](http://www.qgis.org) – [WWW Os Geo.Org](http://WWW.OsGeo.Org).

Annexe 1

Année	Daira	Commune	Foret	Date déclar	Heure	Date éxtinc	Heure	Sup	Espc
2013	Mansoura	Haraza	Ouennougha	8/8	14h00	8/8	18h00	02Ha	PA
2013	Mansoura	Haraza	Ouennougha	13/8	10h55	13/8	16h50	05Ha	PA
2013	Mansoura	Haraza	Ouennougha	13/8	11h00	14/8	8h30	3.25Ha	PA
2013	Mansoura	Haraza	Ouennougha	15/8	9h30	17/8	13h30	01Ha	PA
2013	Mansoura	Haraza	Ouennougha	20/8	13h10	20/8	14h50	0.1Ha	PA
2013	Mansoura	Haraza	Ouennougha	21/8	11h00	26/8	08h00	25Ha	PA
2013	Mansoura	Haraza	Ouennougha	22/8	08h00	22/8	9h15	0.25Ha	PA
2013	Mansoura	Haraza	Ouennougha	23/8	08h15	23/8	19h00	1.25Ha	PA
2013	Mansoura	Haraza	Ouennougha	24/8	11h40	24/8	19h30	150Ha	PA
2013	Mansoura	Haraza	Ouennougha	26/8	12h30	26/8	17h30	40Ha	PA
2013	Mansoura	Ben Daoud	Ouennougha	10/8	17h10	11/8	00h10	07Ha	PA
2013	Mansoura	Ben Daoud	Ouennougha	26/9	14h25	26/9	16h50	1.5Ha	PA
2013	Mansoura	Mansoura	Ouennougha	24/8	11h45	14/8	17h00	1.5Ha	G
2014	Mansoura	Haraza	Ouennougha	1/8	18h45	1/8	22/30	2Ha	PA
2014	Mansoura	Haraza	Ouennougha	2/8	15h40	4/8	9h00	5Ha	PA
2014	Mansoura	Haraza	Ouennougha	9/8	17h40	11/8	11h20	4Ha	PA
2014	Mansoura	Ben Daoud	Ouennougha	11/8	17h00	11/8	20h00	1.75Ha	CV+ LENT +FIG
2014	Mansoura	Haraza	Ouennougha	20/8	21H45	21/8	9H30	2.37Ha	PA
2014	Mansoura	Haraza	Ouennougha	3/9	7h00	3/9	10h00	1.5Ha	ALFA+DIS +ROMARIN
2015	Mansoura	El Mehir	Ouennougha	25/6	12h30	25/6	14h30	1HA	PA
2015	Mansoura	Mansoura	Ouennougha	4/7	16h10	4/7	17h30	1Ha	LENT+GENV+OLV
2015	Mansoura	Haraza	Ouennougha	12/8	14h20	12/8	18h30	1.5Ha	PA
2017	Mansoura	Haraza	Amalou Mahroum	22/6	9h10	22/6	11h00	0.2Ha	PA+CV
2017	Mansoura	Haraza	Amalou Mahroum	14/8		14/8		0.04Ha	PA+CIST+DIS
2017	Mansoura	Haraza	Aarous	5/9	11h30	5/9	13h00	0.03Ha	GENVR+PA+BROUS
2017	Mansoura	Haraza	Marouf	7/9	19h00	8/9	8h50	1Ha	PA+CV+BROUS
2017	Mansoura	Haraza	Marouf	18/9	17h50	18/9	19h00	00.1Ha	PA+BROSSAILLE
2017	Mansoura	Haraza	Amalou Mahroum	27/9	15h15	27/9	17h15	0.5Ha	PA
2017	Mansoura	Haraza	Amalou Mahroum	11/10	9h40	11/10	11h30	0.5Ha	PA
2018	Mansoura	Haraza	Marouf	3/9	15h00	4/9	10h00	1Ha	PA

Annexe 2

Norndecanton	Superficie/ha	Norndecanton	Superficie/ha
OuledDaan	833,4	AmalouMahrown	845
Elameur	81,69	TighrabineEst	331
Ksaiba	55,15	Boucheham	24,5
Elmaissar	87	TiziRoutine	39,5
TemchottBaatit	529,53	Azroumarouane	144,1
RasBaatid	400,5	Djidjaia	630
TizordjaOuest	418	BabEddar	654,2
Khaloua	471,65	TiziGoualmine	528,62
Tighrabine Ouest	153,75	TaZerouelt	394,88
Grebissa	4,75	Boukhaled	658
Maarouf	424,06	Bouhamou	1121,76
Lougane	794	Baatid	634
Arouss	338	Tizordjaest	47,5
Tafraouet	312	Argoub ELMelah	252
Tagourt	758	M'Zaam	1387,6
Ghioul	630,96	Boutouil	522
Timahlit	764,62	SidiBrahim	390
Oscaim	352	BeniOuagag	510
Belabes	1052	Groupe n°13 Maison Forestière	0.195
Ouchanane	295	/	
Total		17870.72 ha	

Résumé

L'objectif de notre travail est l'étude de la dynamique spatio-temporelle de la forêt d'Ouannougha.

L'utilisation des images satellitaires et du logiciel Qgis, nous a permis d'avoir plusieurs cartes (d'altitude, des pentes, d'exposition, NDVI, de changement).

Les cartes réalisées ont montré une régression (aux incendies) et une progression (régénération et reboisement) dans notre forêt.

Mots clé: Analyse spatio-temporelle, Qgis, Ouannougha, Bordj Bou Arreridj

Abstract

The objective of our work is the study of the spatio-temporal dynamics of the forest of Ouannougha.

The using of satellite images and software Qgis, allowed us to have multiple cards (Altitude, slopes, exposure, NDVI, change)

The breakages carried out showed a regression (to fires) and a progression (regeneration and reforestation) in our forest.

Keywords: Spatio-temporal analysis, Qgis, Ouannougha, Bordj Bou Arreridj.

المخلص

الهدف من عملنا هو دراسة الدينامية المكانية والزمانية لغابة ونوغة. وقد تم هذا عن طريق استخدام صور الاقمار الصناعية و كذا نظام المعلوماتية الجغرافية الذي سمح لنا بالحصول على عدة بطاقات نذكر منها (ارتفاع المنحدرات, مؤشر الغطاء النباتي بالفرق الطبيعي و بطاقة التغيير)

كما اظهرت الخرائط المتحصل عليها تراجعاً وهذا بسبب الحرائق وكذا لوحظ تقدم وهذا راجع الى تجدد الغابات والتشجير.

الكلمات المفتاحية: التحليل المكاني والزمني، Qgis ، نوغة، برج بوعريريج