

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

## Intitulé

Etude du couvert forestier de la wilaya de Bordj Bou Arreridj  
par les images Landsat

Présenté par: MAZIT Lakhdar  
KERAI Youcef

Soutenu le :14/07/2021

Devant le jury:

<b>Président :</b>	BENSOUILAH Taiqyedine	MCB	Univ. de Bordj Bou Arreridj
<b>Encadrant:</b>	BELLOULA Salima	MCB	Univ. de Bordj Bou Arreridj
<b>Examineur :</b>	BAAZIZ Naima	MCB	Univ. de Bordj Bou Arreridj

Année universitaire : 2020/2021

## *Remerciements*

*Nous voudrions d'abord remercier « ALLAH » de nous avoir donné la volonté et le courage afin d'aboutir à ce travail.*

*Nous portons tout notre gratitude à M. BENSOUILLAH Taïqyeddine pour avoir accepté de présider le jury.*

*Aussi bien notre encadrant Mme. BELLOULA Salima pour son aide, ses conseils et la confiance qu'elle nous accordée.*

*Nous tenons aussi mes vifs remerciements à Mme. BAAZIZ Naïma pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Nous voulons aussi remercier nos familles pour leur soutien moral, et pour l'encouragement qu'elles nous ont apporté.*

*Enfin à tous ceux qui nous ont aidé de près ou de loin faire ce travail.*

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*A mes chers parents pour leurs sacrifices et leurs  
encouragements durant toutes mes études .*

*A ma grand-mère*

*A mes frères et mes sœurs*

*A mes chers amis*

*A tous les membres de ma famille et toute personne qui porte  
le nom **KERAI***

*A tous les étudiants de ma promotion*

*A tous ceux qui m'ont apporté d'aide de près ou de*

*Loïn.*

*KERAI Youcef*

## *Dédicace*

*Je tiens C'est avec grand plaisir que je dédie notre  
travail:*

*À l'être le plus cher de ma vie, ma mère.*

*À celui que m'a fait de moi un homme, mon père.*

*À Mes chers frère et sœur.*

*À Mon amie BELGOUMRI Abdlatif.*

*À tous mes amis de promotion de zeme année Master et  
toute personne qui occupe une place dans mon coeur.*

*MAZIT Lakhdar*

# Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

## 1. Introduction Générale

1.1. Introduction Générale	1
1.2. Généralité	3

## 2. Matériels et Méthode

2.1. Présentation de forêt d'Ouled Hanneche.....	6
2.1.1. Situation géographique et administrative.....	6
2.1.2. Reliefs et morphologie.....	7
2.1.3. Hydrologie.....	8
2.1.4. Géologie.....	8
2.1.5. Pédologie.....	8
2.1.6. Végétation.....	9
2.1.7. Climat.....	10
2.2. Matériels.....	14
2.2.1. Les document de base utilisés.....	14
2.2.2. Matériel informatique.....	14
2.2.3. Logiciels et sites utilisés.....	14
2.3. Méthodologie de travail.....	14

### **3. Résultats et Interprétations**

3.1. Carte des altitudes.....	18
3.2. Carte des pentes.....	20
3.3. Carte d'expositions.....	21
3.4. Calcul de NDVI.....	23
3.4.1. Carte de NDVI_2013.....	23
3.4.2. Carte de NDVI_2021.....	24
3.4.3. Carte de changement (2013-2021) .....	25
<b>4. Conclusion.....</b>	<b>27</b>

Références bibliographique

Annexes

Résumé

## Liste des abréviations

**SIG** : Système d'Information Géographique

**QGIS** : Quantum geographic Information System

**NDVI** : Normalized difference vegetation index

**PIR** : Canal Proche Infra-rouge

**R** : Canal rouge

**MNT** : modèle numérique de terrain

**SRTM** : Shuttle Radar topography Mission

## Liste des figures

<b>Figure 1 :</b>	Localisation de la forêt d'Ouled Hanneche.....	5
<b>Figure 2 :</b>	Image satellitaire présente le relief du foret d'Ouled Hanneche.....	6
<b>Figure 3 :</b>	Carte des principaux groupements végétaux de la forêt d'Ouled Hanneche...	8
<b>Figure 4 :</b>	Températures mensuelles moyennes de Bordj Ghedir (période 1982-2012)..	10
<b>Figure 5 :</b>	Diagramme Ombrothermique de Bordj Ghedir.....	11
<b>Figure 6 :</b>	Situation bioclimatique de Bordj Ghedir sur le climagramme d'Emberger...	12
<b>Figure 7 :</b>	Téléchargement des images satellitaires SRTM ou/et MNT.....	14
<b>Figure 8 :</b>	Le traitement des images MNT.....	14
<b>Figure 9 :</b>	Calcule de l'indice de végétation NDVI.....	15
<b>Figure 10 :</b>	Les étapes de réalisation des cartes d'NDVI et carte de changement.....	16
<b>Figure 11 :</b>	Carte d'altitudes de la forêt d'Ouled Hanneche.....	17
<b>Figure12 :</b>	Carte des pentes de la forêt d'Ouled Hanneche.....	19
<b>Figure 13 :</b>	Carte des expositions de la forêt d'Ouled Hanneche.....	20
<b>Figure 14 :</b>	Carte d'NDVI_2013.....	22
<b>Figure 15 :</b>	Carte d'NDVI_2021.....	23
<b>Figure 16 :</b>	Carte de changement (2013-2021).....	24



## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b>	Donnes métrologiques de la station de Bordj Ghdir (période 1982-2012).....	9
------------------	--	---

# 1. Introduction Générale

## 1.1. Introduction Générale

Les questions environnementales préoccupent aujourd'hui la communauté internationale. De graves menaces pèsent sur les ressources naturelles soumises d'une part à l'effet des changements climatiques et d'autres parts aux impacts des actions de l'homme (Abdelbaki, 2012).

Le terme forêt désigne un territoire occupant une superficie d'au moins 50 ares (Bois et Boqueteaux) avec des arbres capables d'atteindre une hauteur supérieure à cinq mètres à maturité in situ, un couvert arboré de plus de 10% est une largeur d'un moins 20 mètres (IFN, 2009 ; Dodane, 2009).

En Algérie, la forêt revêt un caractère particulièrement important, car elle constitue un élément essentiel de l'équilibre écologique et socio-économique des régions rurales en particulier et du pays en général. Nulle part ailleurs, la forêt apparaît aussi nécessaire à la protection contre l'érosion, la désertification, l'amélioration des activités agricoles et pastorales et à la protection de l'environnement (FAO, 2000).

Actuellement le couvert forestier global en Algérie est entre de 4,1 millions d'hectares et 4,7, soit moins 2% de la superficie de pays. Elles sont très inégalement réparties sur l'ensemble de ce territoire. Un taux de boisement de 16,4% pour le Nord de l'Algérie et de 1,7 % seulement si les régions sahariennes sont également prises en considération. Néanmoins, seuls 1.3 million d'hectares représentent la vraie forêt naturelle. À l'instar des pays du pourtour Méditerranéen, l'Algérie assiste à une dégradation intense de son patrimoine forestier (FAO, 2000 ; Laala et Alatou, 2016).

La forêt d'Oulad Hanneche, située au sud de la Wilaya de Bordj Bou Arreridj avec une superficie totale de 10221,68 ha elle est composée essentiellement par *Qercuc ilex* (Conservation des forêts de la wilaya de BBA, 2016).

Cette forêt est caractérisée par une position géographique et géomorphologique très intéressante ; car elles appartiennent à la chaîne montagneuse de Hodna, cette dernière conifère la transition entre l'Atlas tellien au Nord et l'Atlas saharien au Sud (Conservation des forêts de la wilaya de BBA, 2016).

L'objectif de notre travail est l'étude et la cartographie de la couverture forestière de la forêt d'Ouled Hanneche par la réalisation de différents types de cartes (pente ; attitude ; exposition ; NDVI ; carte de changement) à partir des images satellites. Ce travail concentre sur l'utilisation du logiciel QGIS et leur rôle dans l'évaluation de la couverture forestière, qu'elle soit en progression ou régression.

## 1.2. Généralité

Pour atteindre notre objectif, il faut avoir des connaissances sur le domaine du système d'information géographique ainsi que les propriétés des images satellitaires type Landsat.

Un **Système d'information géographique (SIG)** est un système d'information (SI) dont l'objectif est de décrire un territoire de façon à améliorer sa connaissance et à permettre la description et l'analyse des phénomènes naturels ou humaines qui s'y produisent (Berry et Mihiel, 1999 ; Mihi, 2012).

Un SIG est un système informatique de matériels, de logiciels et de processus conçu 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 (Anonyme, 2002 *in* Mihi, 2012). Conception de SIG d'après Gillot, 2009, reflète dans : logiciel, les acteurs, le territoire, les données géographique et les matériels.

Le **SIG** Selon Thierno (2008) est composé de :

**Matériel** : un ordinateur- imprimante, souris...

**Logiciel** : il doit permettre de travailler sur des informations géographiques, intégrer un système de gestion de base de données, permettre de faire des analyses et de visualiser l'information avec une interface graphique (agréable) pour l'utilisateur.

**Données** : Géographique et tabulaires.

**Utilisateurs** : Professionnels, gestionnaires, aménagiste...etc.

**Méthodes** : variables suivant le type d'organisation (Le savoir-faire).

Le **SIG est appliqué dans** nombreux et variés **domaines**. Habert (2000) donne ces principales applications : Tourisme, marketing, planification urbaine, protection civile, transport, hydrologie, forêt, géologie, biologie et télécoms.

**Les Intérêt de SIG dans la foresterie** se regroupent en deux catégories :

- Extraction d'informations détaillées sur la forêt par télédétection aéroportée ou satellitaire (Occupation du sol, images Radar, MNT, ...).
- Développement de méthodes d'intégration d'informations multi sources dans les systèmes d'aides à la prise de décision pour le développement durable des forêts.

D'après Hadjadj (2011), le système d'information géographique constitue de nos jours des instruments de premier choix dans les domaines d'intervention suivants :

- La gestion des réseaux de communication qui s'est avérée d'une grande importance dans les interventions relevant de la lutte contre les incendies et l'exploitation du bois.
- Inventaire, gestion des ressources forestières et sylviculture.
- Constitution d'un fond du plan cadastral forestier national.
- Suivi du processus de désertification.
- Suivi de l'état sanitaire des forêts.

Le domaine du **SIG** nécessite des données pour atteindre leurs objectifs. Parmi ces données, il existe **les images satellitaires**.

Une **image satellitaire** est une représentation graphique, en vue de 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 autour de la planète. 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 outil informatique, élaborée à partir des signaux transmis par un satellite (Gérard, 1987).

Selon Guray (2008), l'imagerie satellitaire présente en plus de **nombreux avantages** par rapport aux autres sources d'observation du sol comme l'imagerie aérienne, les relevés de terrain et les cartes géographiques. Elle est rapide, économique, universelle, facilement à la mise à jour et détaillée (occupation du sol).

D'après Hadjadj (2011), **l'utilité des images satellites** dans le domaine forestier est résumée dans les points suivants :

- Cartographie de la composition forestière.

- Capacité à mesurer un ensemble de caractéristiques, telles que la surface totale et la surface terrière des forêts, la hauteur dominante du peuplement, le volume de bois, la croissance du peuplement, la productivité, la densité de végétation.
- Mise à jour des cartes topographique et l'occupation des sols.
- Détection des risques d'incendie de forêts.
- Fusion des données optiques et radar pour la cartographie forestière.
- Détection des changements des étendues forestières dans le temps.

**Indice de végétation :** Les végétaux réfléchissent des différents rayons électromagnétiques dans des différents bandes spectrales par rapport à leur caractéristiques, les utilisateurs selon leurs types d'études concentrent sur une des autres qui sont complexe et demande un très haut niveau de compétence dans le domaine de télédétection et des données de bonne résolution.

Il existe plusieurs indices de végétation, l'indice utilisé dans notre étude est **NDVI**.

**L'indice de végétation par différence normalisé** ou le NDVI, il est défini par l'équation suivante :  $NDVI = (PIR - R) / (PIR + R)$  (Abdelbaki, 2012).

L'NDVI est construit à partir des canaux rouges (R) et proches infra rouge (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 nuages, l'eau et surfaces autres que les couverts végétaux, comme les nuages ont un indice de réflexion plus élevés 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 (Boudjema, 2017).

Le présent travail se répartie par la méthode IMRAD :

1-Introduction

2- Matériel et Méthodes

3-Résultats et Discussions

Le document s'achève par une conclusion et perspective.

## 2. Matériel et Méthodes



## 2. Matériel et Méthodes

### 2.1. Présentation de forêt d'Ouled Hanneche

#### 2.1.1. Situation géographique et administrative

La forêt domaniale d'Ouled Hanneche, partie intégrante des Monts du Hodna, est située à l'extrême Sud-Est de la wilaya de Bordj Bou Arreridj. Elle s'étend sur le territoire de deux wilayas, occupant ainsi 5 communes de Bordj Bou Arreridj relevant de la Daïra de Bordj Ghedir et 1 commune de la wilaya de Sétif (Ouled Tebben) (Figure 1) (INC,1992).

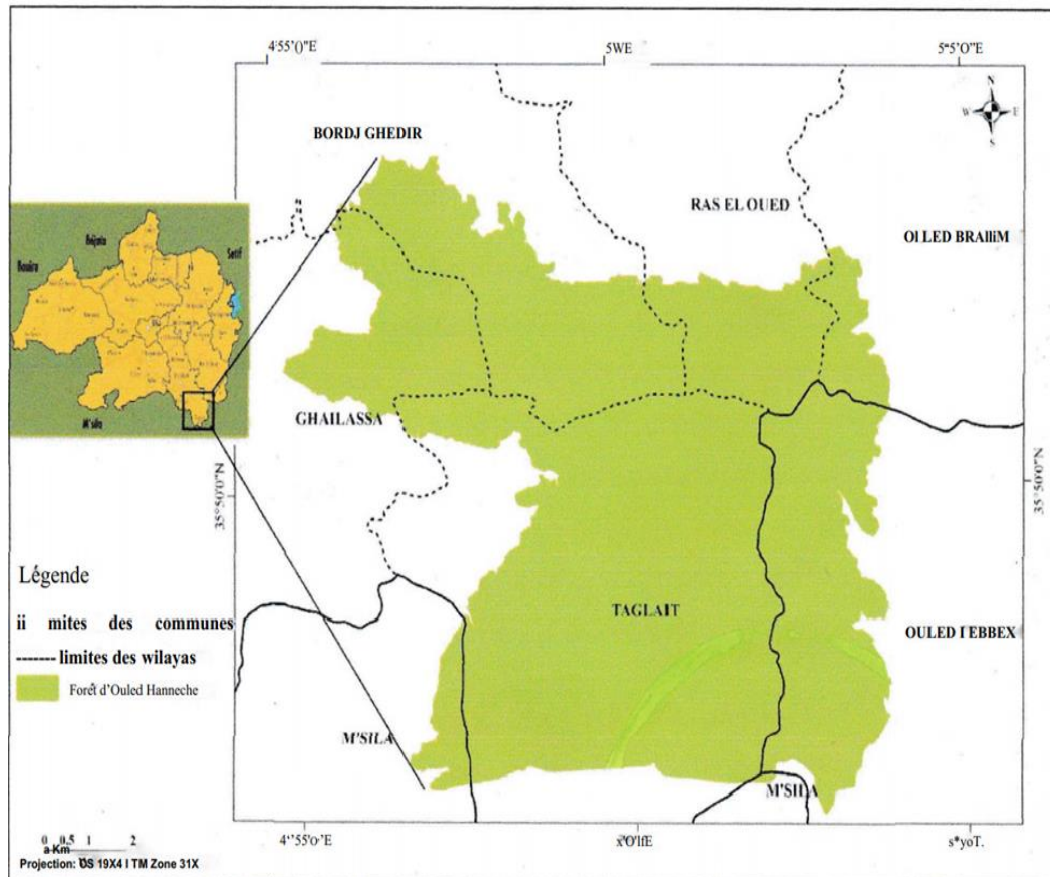
Elle occupe une superficie totale égale à 10221,69 ha. En référence aux cartes topographiques au 1/50 000e (Bordj Ghedir et Ras El Oued), notre zone d'étude est délimitée par le carré des coordonnées Lambert suivant :

$$X1 = 672736 \text{ m}$$

$$Y1 = 3961056 \text{ m}$$

$$X2 = 686496 \text{ m}$$

$$Y2 = 3973682 \text{ m}$$

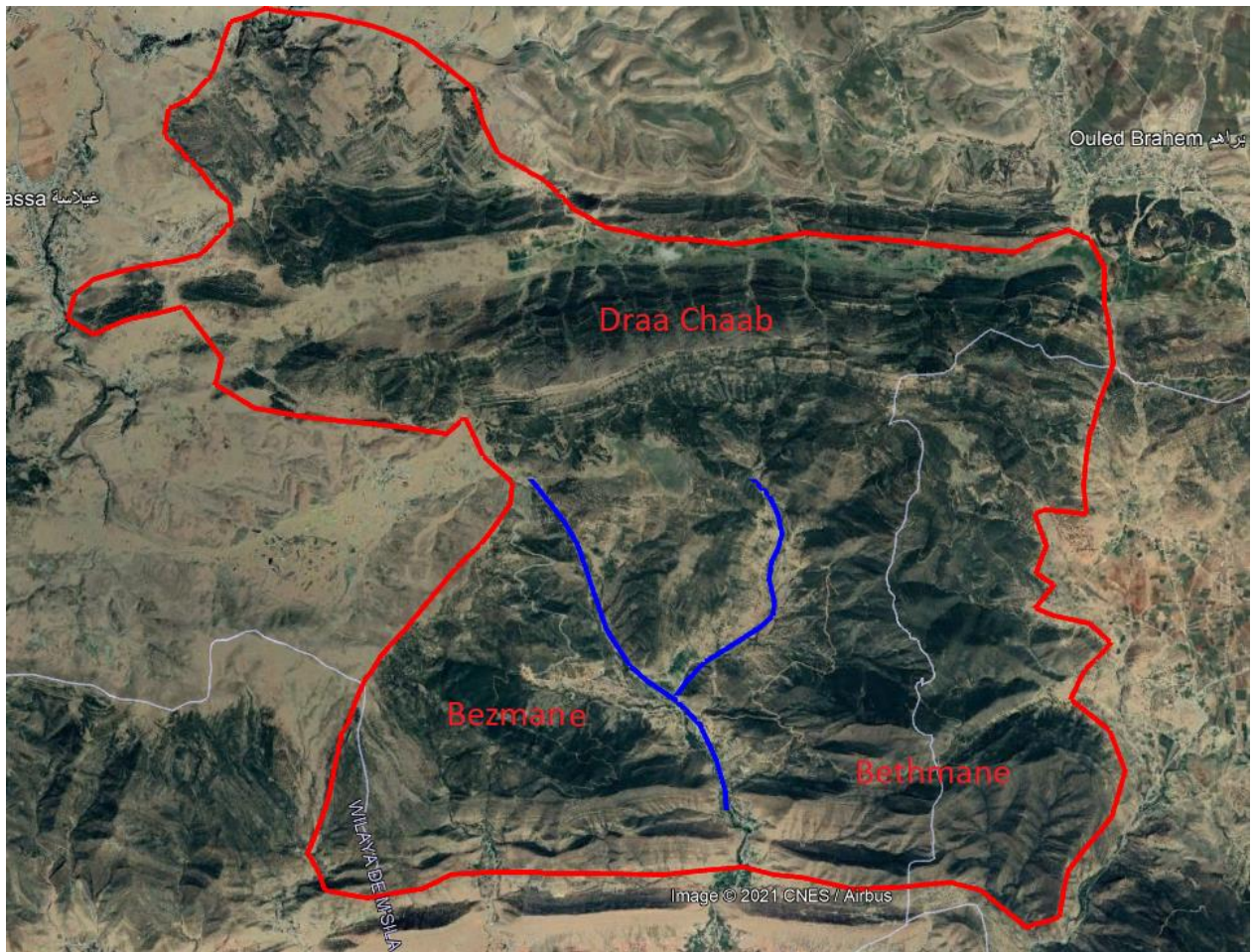


**Figure 1** : Localisation de la forêt d'Ouled Hanneche.(INC ,1992)

### 2.1.2. Reliefs et Morphologie

La forêt d'Ouled Hanneche s'intègre dans la zone montagneuse du Sud de la wilaya où le relief est très accidenté. Elle est composée de plusieurs blocs (Figure 2), notamment :

Deux blocs dans la partie Sud d'Ouled Hanneche, situés de part et d'autre d'Oued El Kherza, Bezmane à l'Ouest et Bethmane à l'Est ; et le bloc de Draa Chaab qui constitue par son altimétrie remarquable (plus de 1800m) une vraie barrière pour atteindre la partie Nord, où culmine le djebel Chlendj à 1885 m d'altitude. Ce bloc est considéré comme étant la structure la plus élevée dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj (Bahloli, 2019).



**Figure 2** : Image satellitaire présente le relief de la forêt d'Ouled Hanneche.(Google Earth )

### 2.1.3. Hydrologie

Le réseau hydrographique est relativement dense et hiérarchisé. La plupart des points d'eau sont des exurgences naturelles de l'eau accumulée dans les massifs calcaires et dolomies de l'Eocène, du Sénonien et du Turonien (Conservation des forêts de BBA, 2016).

Les alluvions quaternaires remplissant les bassins d'Ouled Hanneche sont souvent très perméables situées sur des marnes imperméables du Vandobonien, Elles doivent contenir des nappes aquifères importantes (Conservation des forêts de BBA, 2016).

Le principal Oued constituant le réseau hydrographique est l'Oued El-Kherza qui suit un axe principal de direction Nord-Sud (Conservation des forêts de BBA, 2016).

### 2.1.4. Géologie

La constitution lithologique de la région est faite essentiellement de roches dures et de roches tendres. Les roches dures sont représentées par les calcaires durs et les dolomies, elles dominent 88% de la surface totale, le reste de la forêt soit seulement 12% s'identifie aux roches tendres, constituées essentiellement des marnes.

### 2.1.5. Pédologie

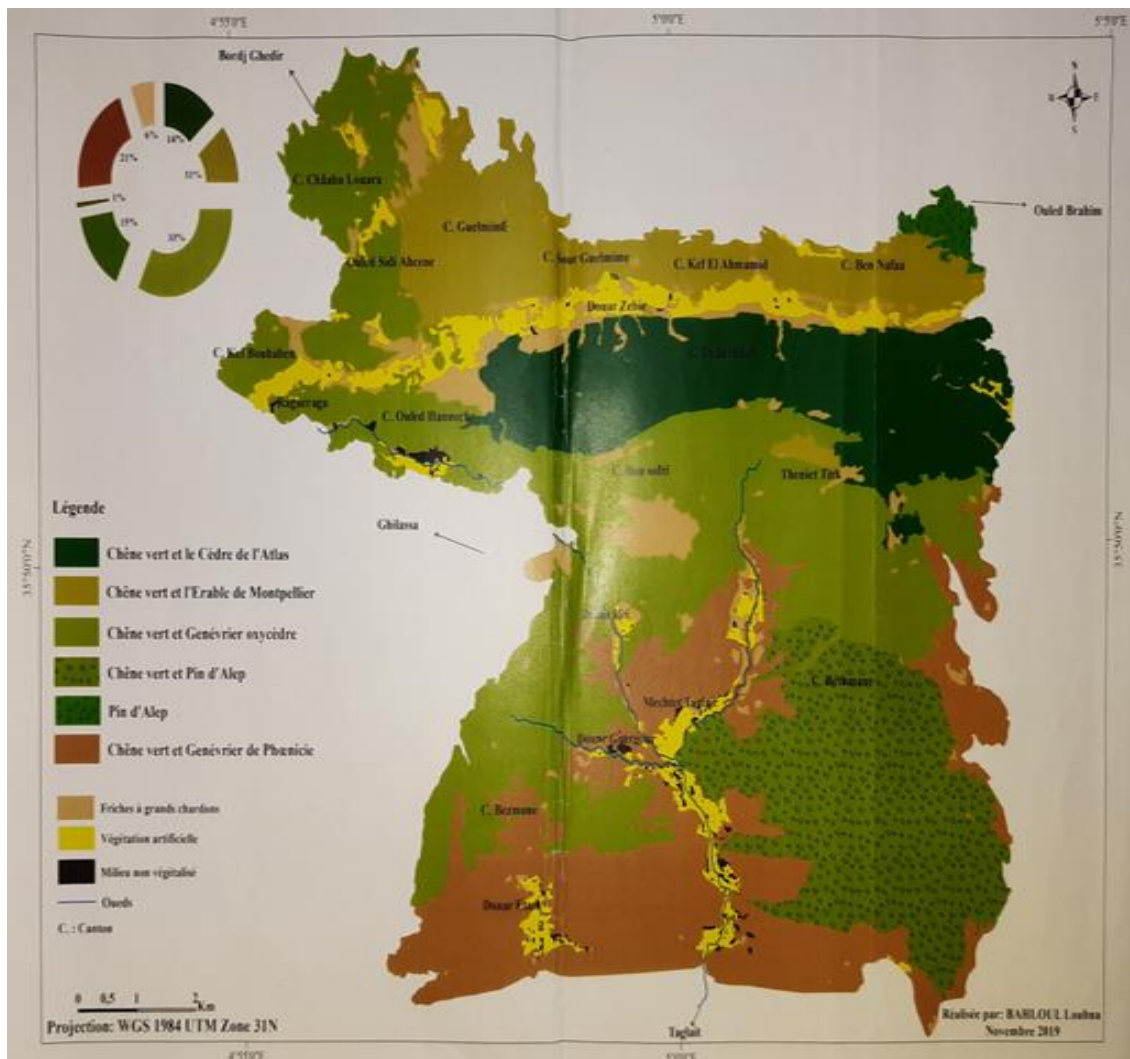
D'après l'étude du BNEDER (2008), les sols sont classés en deux grandes classes, la classe des sols peu évolués et la classe des sols calcimagnésiques.

- Classe des sols peu évolués : Ce sont des sols peu développés, ce caractère est dû à diverses raisons liées aux conditions du milieu (Pente forte, apport récent, exposition à l'érosion...), d'où leur appartenance aux sous-groupes des sols lithiques et rigosoliques.
- Classe des sols calcimagnésiques : Dans la forêt d'Ouled Hanneche, une seule sous-classe des sols calcimagnésiques a été constatée, à savoir les sols carbonates et deux groupes, les brans calcaires et les rendzines.

### 2.1.6. Végétation

Selon la conservation des forêts de la wilaya de Bordj Bou Arreridj (2016), la végétation d'Ouled Hanneche est composée essentiellement de *Quercus ilex* avec la présence de *Cedrus atlantica* et *Pinus halepensis*. Le sous-bois est dominé par *Pistacia lentiscus*, *Junipeus oxycedrus*, *Juniperus phoenicea*, *Cistus salviifolius*, *Crataegus azarolus*, *Phillyrea angustifolia* et *Asparagus officinalis*.

Les principaux groupements végétaux de la forêt d'Ouled Hanneche :



**Figure 3 :** Carte des principaux groupements végétaux de la forêt d'Ouled Hanneche (Bahloli, 2019).

- Groupement à Chêne vert et Cèdre de l'Atlas.
- Groupement à Chêne vert et Erable de Montpellier.
- Groupement à Chêne vert et Genévriers Oxycèdre.
- Groupement à Chêne vert et Genévriers de Phœnicie.
- Groupement à Chêne vert et Pin d'Alep.
- Groupement à Pin d'Alep.
- Groupement de friches à grands chardons.

### 2.1.7. Climat

Le climat représente un des facteurs du milieu les plus importants. En effet, il est utile de connaître les quantités des précipitations, les températures, les différents facteurs climatiques (gelée, neige, vent) et la durée de la période sèche, pour avoir une idée précise sur le climat de la région ce qui a un effet direct sur l'écologie et la répartition des espèces végétales et animales.

Pour connaître le climat de notre zone d'étude, nous avons utilisé les données météorologiques de la station de Bordj Ghedir sur une période de 30 ans allant de 1991 à 2020 (Tableau 1). Cette station, située à 1054 m d'altitude, demeure la station la plus proche de la forêt d'Ouled Hanneche.

**Tableau 1** : Données météorologiques de la station de Bordj Ghedir (période 1991-2020)

Paramètres	Mois											
	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
M (°C)	11.2	12.4	16	19.6	25.1	31.3	35.5	34.6	28.4	22.1	15	11.8
m (°C)	2.4	2.7	5.3	7.7	11.9	16.5	20.1	19.7	15.8	12	6.4	3.5
M+m/2 (°C)	6.8	7.6	10.6	13.6	18.5	23.9	27.8	27.2	22.1	17.5	11.1	7.6
P (mm)	34.1	26.3	35.7	41.6	40.9	33.2	11.4	16	50.2	36.4	32.4	34.4

M : Température maximal

m : Température minimal

M+m/2 : Température moyenne.

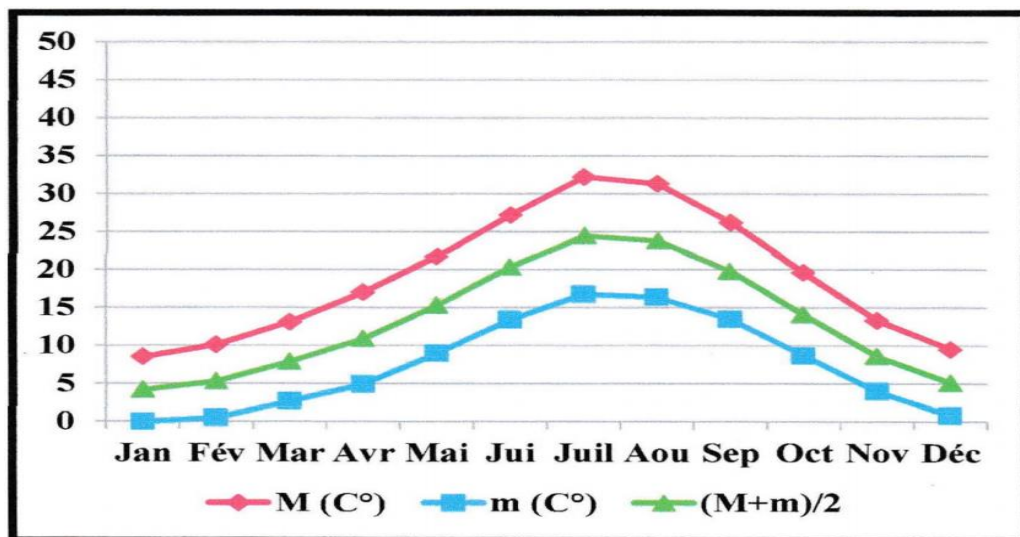
P : pluviométrie moyenne.

### a. Températures et précipitations

Selon le tableau 1, la valeur des précipitations annuelles moyennes est de 428.8 mm/an. Le mois le plus pluvieux est le mois de Septembre avec une moyenne de 50.2 mm, tandis que les faibles précipitations sont enregistrées au mois de Juillet avec une moyenne de précipitations ne dépassant pas 11.4 mm.

L'examen du tableau 1 montre que le mois le plus froid est le mois de Janvier avec une température minimale égale à 2.4 °C. Le mois le plus chaud est le mois de Juillet avec une température maximale égale à 35.5 °C. De ce qui précède, dans la région de Bordj Ghedir, on constate que l'année se divise en deux périodes distinctes : une période froide de Novembre à Avril et une période chaude de Mai à Octobre.

Par ailleurs, l'amplitude thermique, qui est la différence entre les températures moyennes du mois le plus chaud et celles du mois le plus froid, très élevée, égale à 27.8 °C et largement supérieure à 18 °C). Cette valeur (18 °C) est la température au-delà de laquelle le climat est considéré comme continental, de plus cette valeur constitue un seuil bio-critiqué pour la végétation (Cote, 1983 et Meddour 2010).



**Figure 4 :** Températures mensuelles moyennes de Bordj Ghedir (période 1991-2020).

## b. Synthèse climatique

La synthèse climatique a porté notamment sur la représentation des diagrammes ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN et la classification de notre zone au niveau du climagramme d'EMBERGER. Ceci revient donc à calculer le quotient pluviométrique  $Q2$ .

- Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN

Selon Bagnouls & Gaussen (1953), un mois sec est celui où le total des précipitations (mm) est inférieur ou égal au double de la température ( $^{\circ}\text{C}$ ), soit  $P < 2T$ .

Le diagramme Ombrothermique de la station de Bordj Ghedir montre une alternance de deux périodes, l'une humide s'étend du mois de septembre jusqu'à la fin mai, et l'autre sèche s'étale du mois de juin jusqu'au mois de septembre (Figure 5).

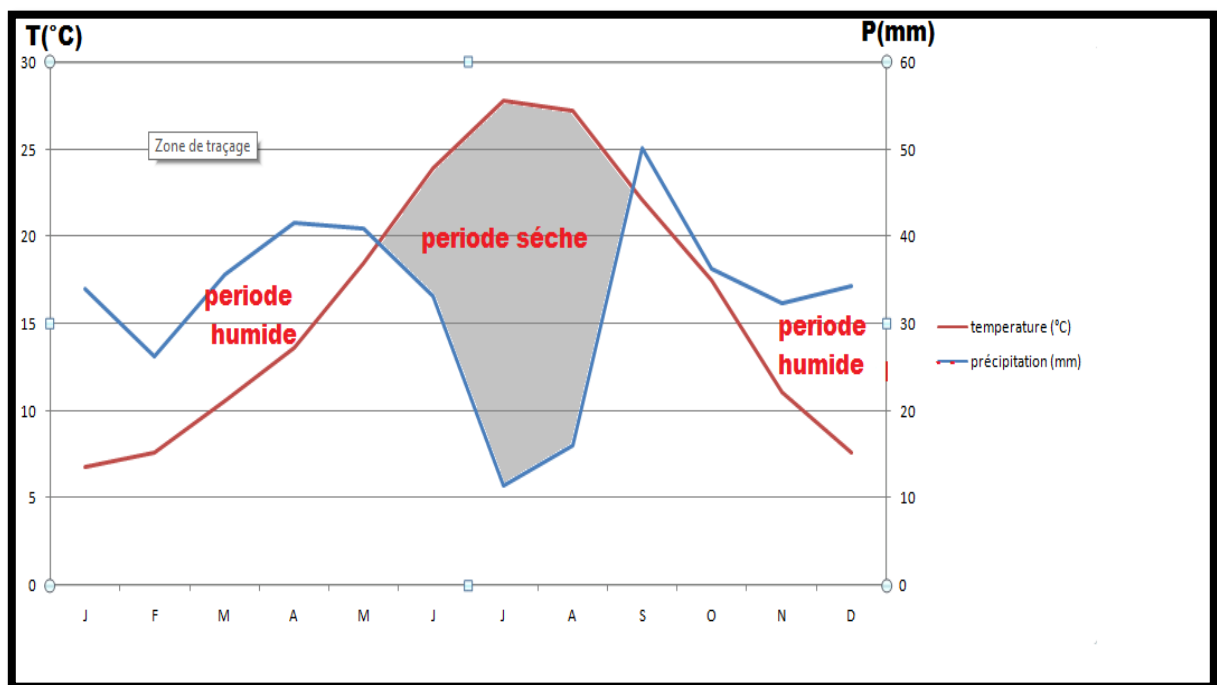


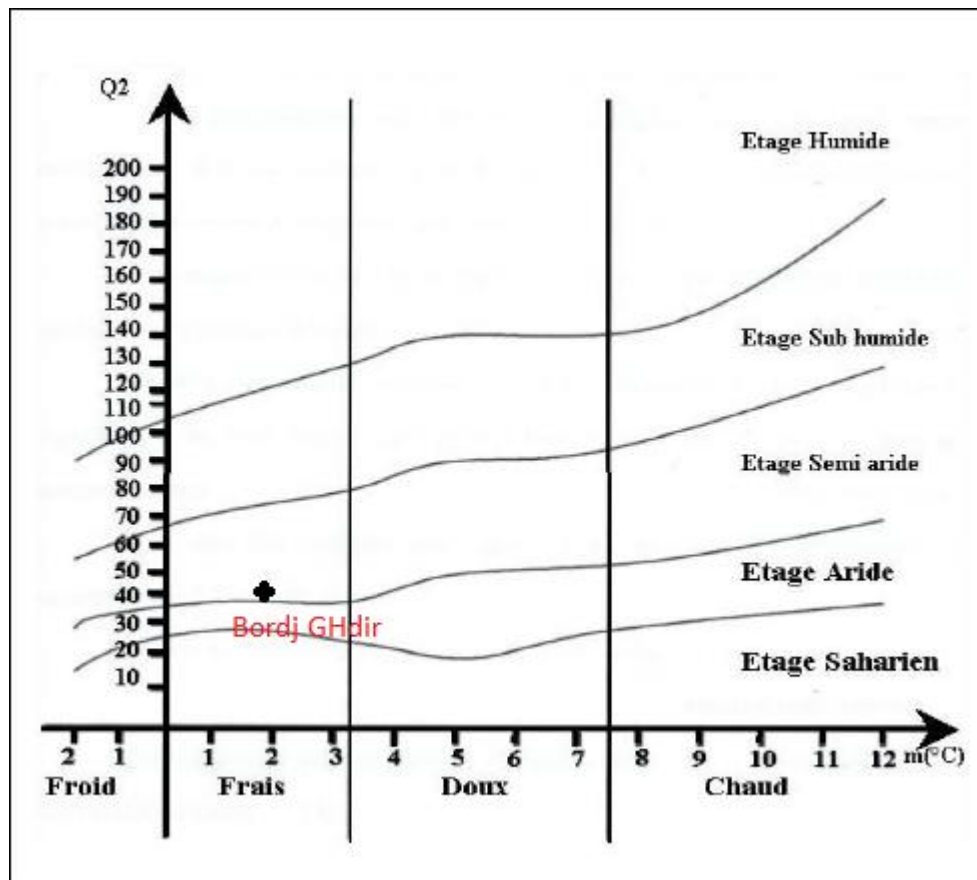
Figure 5 : Diagramme Ombrothermique de Bordj Ghedir

- Quotient pluviothermique d'Emberger

Pour caractériser un climat, Emberger (1955), a établi un quotient pluviothermique, simplifié par (Stewart 1969 *et* Meddour, 2010), dont l'expression est la suivante :  $Q_2 = 3,43 P / (M-m)$ .

Pour la région de Bordj Ghedir, la valeur du  $Q_2$  est de 40,68 avec P (Précipitations moyennes annuelles) = 428.8 mm, M (Moyenne des maxima du mois le plus chaud) = 35.5°C et m (Moyenne des minima du mois le plus froid) = 2.4 °C

La valeur du quotient pluviothermique d'Emberger (1955) calculée à partir de la formule de Stewart (1969), classe la région d'étude dans L'étage bioclimatique semi-aride, variante a hiver frais (Figure 6).



**Figure 6 :** Situation bioclimatique de Bordj Ghedir sur le climagramme d'Emberger



## **2.2. Matériels**

### **2.2.1. Les documents de base utilisés**

La cartographie nécessite une base sur laquelle on appuie notre travail et pour cela nous avons eu besoin :

- D'un référentiel cartographique représenté par la carte topographique au 1/50 000<sup>e</sup> de Bordj Ghedir Est et de Ras El Oued Ouest de l'institut National de Cartographie 1992.
- Un référentiel numérique sous forme d'une image satellitaire à haute résolution.
- Un MNT.

### **2.2.2. Matériel informatique**

Micro-ordinateur Dell Précision M6600

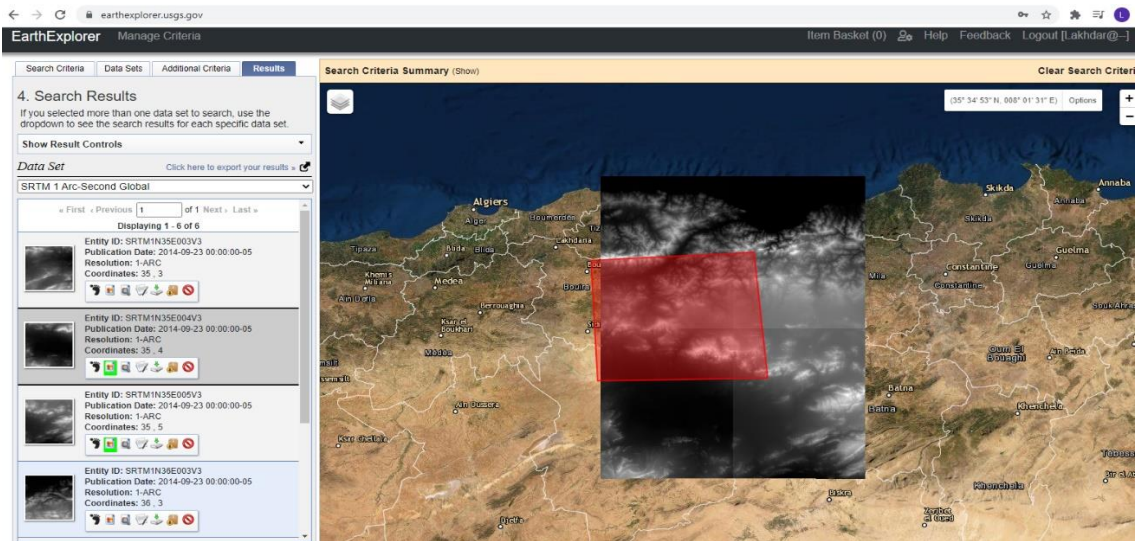
### **2.2.3. Logiciels et sites utilisés**

- Logiciel QGIS : est un logiciel SIG libre multiplateforme. Il gère les formats d'image matricielles (raster) et vectorielles, ainsi que les bases de données.
- Logiciel Google Earth pro pour élaborer un masque des limites de la forêt (zone d'étude).
- Site Web Earth explorer de l'USGS <https://earthexplorer.usgs.gov/> pour le téléchargement des SRTM ou/et MNT et des images satellitaires.

## **2.3. Méthodologie de travail**

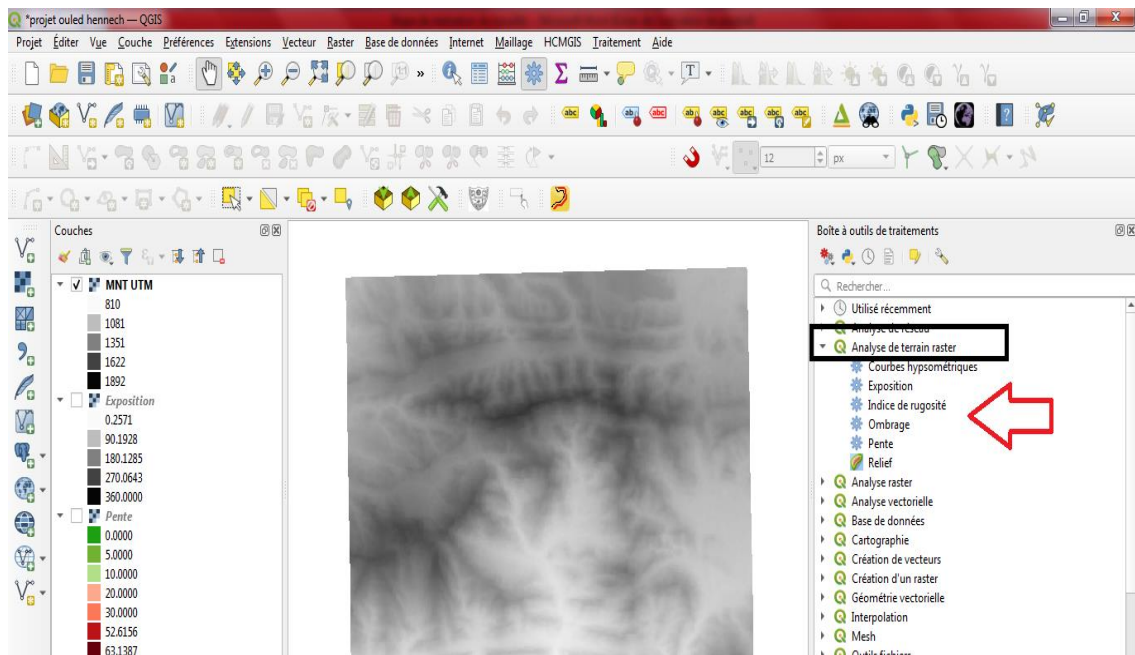
Notre méthodologie est composée comme suivant :

- La réalisation des cartes : pentes, altitudes, expositions
- Téléchargement des images satellitaires SRTM ou/et MNT (modèle numérique du terrain) du site Web Earth explorer de l'USGS <https://earthexplorer.usgs.gov/>



**Figure 7 :** Téléchargement des images satellitaires SRTM ou/et MNT

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



**Figure 8 :** Le traitement des images MNT

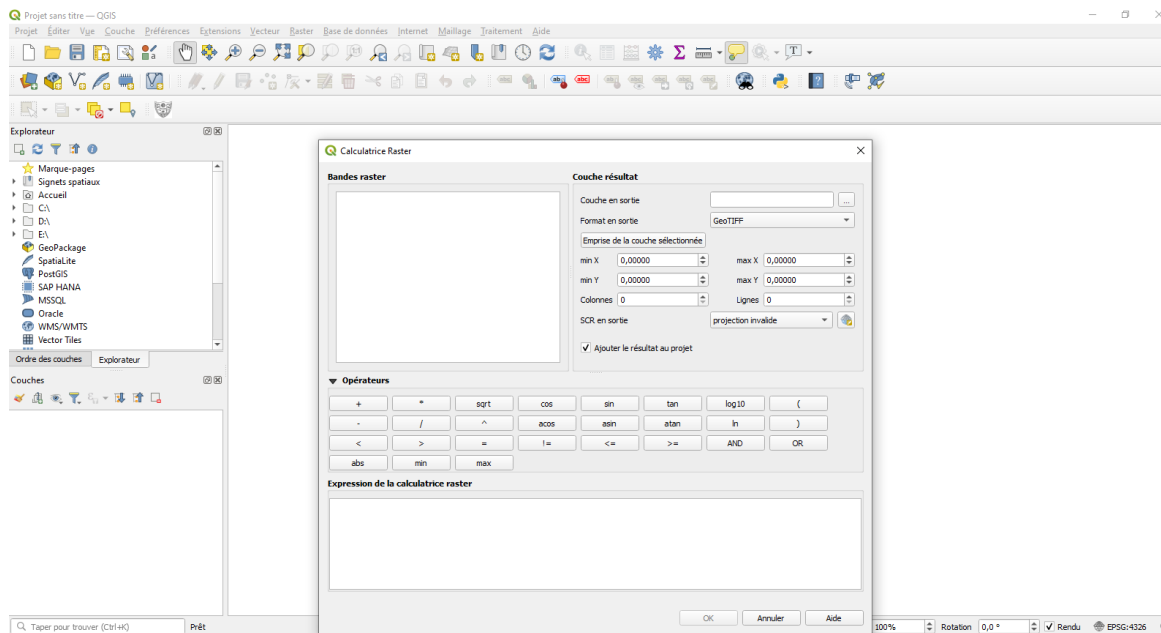
- Calcul de l'indice de végétation NDVI

A- Téléchargement des images satellitaire Landsat 8 pour la période 2013-2021 du site Web Earth explorer de l'USGS <https://earthexplorer.usgs.gov/>

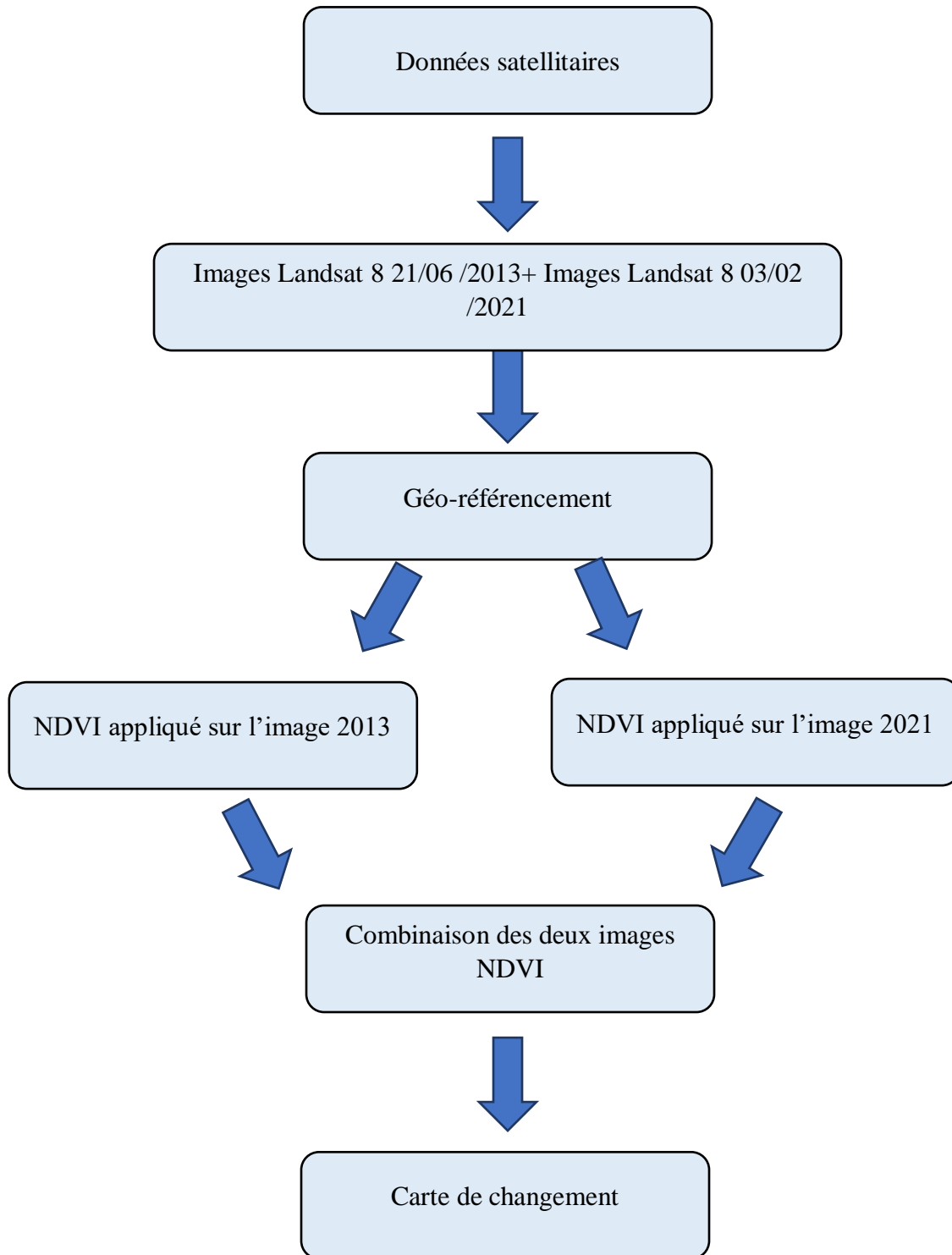
B- Pour le Calcul de l'indice de végétation NDVI on a utilisé l'extension calculatrice raster et écrire l'équation suivante :

$$\text{NDVI} = (\text{PIR}-\text{R}) / (\text{PIR}+\text{R})$$

Où: PIR: Band 5 / R: Band 4



**Figure 9** : Calcul de l'indice de végétation NDVI



**Figure 10 :** Les étapes de réalisation des cartes d'NDVI et carte de changement

# 3. Résultats et Interprétations

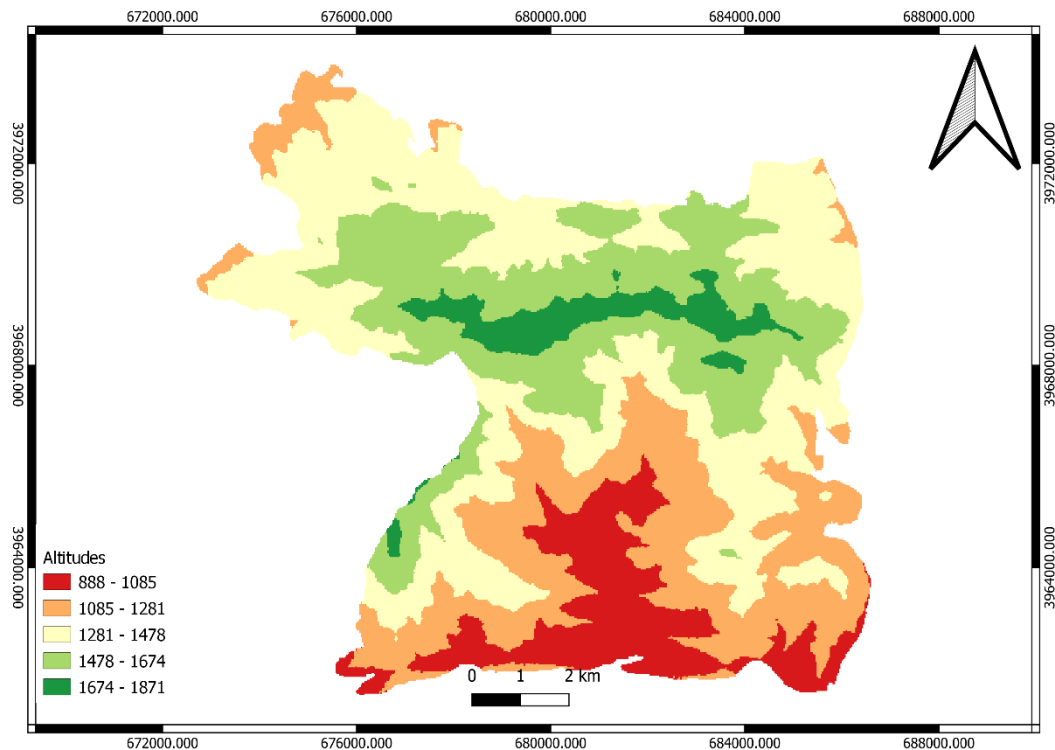
### 3. Résultats et Interprétations

#### 3.1. Carte des altitudes

En utilisant le modèle numérique du terrain (MNT) et QGIS nous a permis d'élaborer la carte des altitudes de la zone étudiée.

Dans la forêt d'Ouled Hanneche, l'altitude varie de 888m au point le plus bas situé dans la partie Sud au niveau d'Oued El Kherza, à 1871 m au point culminant à Djebel Chlendj situé au Nord de la zone étudiée. Ces valeurs montrent que la zone connaît une variation d'altitude égale à 1000 m de dénivelée entre le point le plus bas et le point le plus haut.

Dans la réalisation de la carte d'altitude, nous avons divisé la zone en 5 classes d'altitudes (Figure 11).



**Figure 11** : Carte d'altitudes de la forêt d'Ouled Hanneche

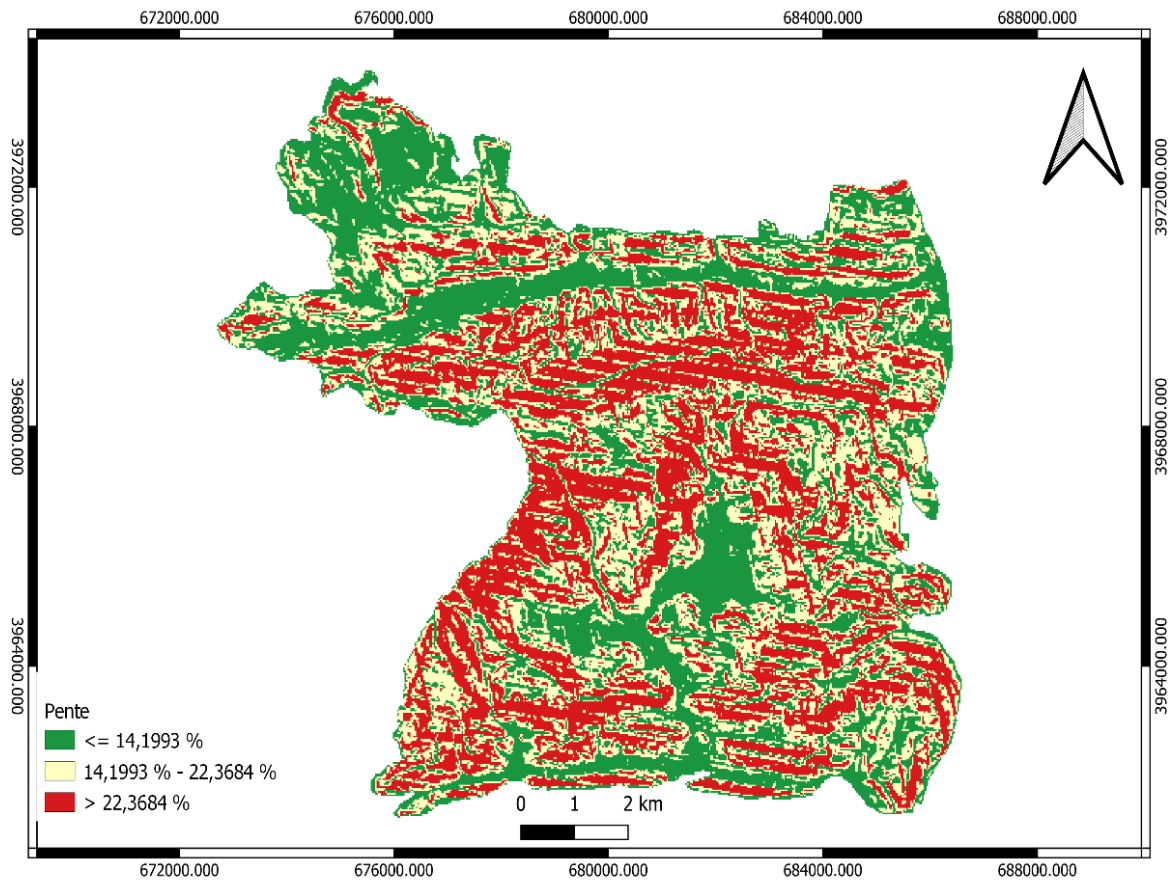
La carte d'altitudes de la forêt d'Ouled Hanneche (Figure 11) présente :

- [888 m – 1085m] : Cet étage se localise au Sud de la zone d'étude, au niveau des terrains autour d'Oued El Kherza. Il représente une petite surface par rapport à la superficie totale.
- [1085 m – 1281 m] : Avec une superficie importante relativement à la superficie totale. Cette zone occupe la moitié Sud et entour quelque partie dans le Nord-Est et Nord-Ouest de la forêt d'Ouled Hanneche.
- [1281 m – 1478 m] : Cet étage se trouve presque dans toutes les directions de la forêt. Elle représente là une grande surface par rapport à la superficie totale.
- [1478 m – 1674 m] : Il représente une superficie moyenne, cet étage et situé au Nord de la zone d'étude et à l'Est une petite partie
- [1674m – 1871m] : Cette classe occupe très petite partie de territoire. Elle se rencontre au Nord de la zone d'étude, elle contienne le plus haut sommet de la montagne (Djebel Chlendj).

La réalisation d'une carte d'altitude est pour connaitre les altitudes les plus occupées par la forêt. En général, l'observation de la carte d'altitude montre que la zone d'étude est une zone à moyenne et haute altitude.

### 3.2. Carte des pentes

Nous avons élaboré la carte des pentes, à partir du MNT créé et à l'aide de QGIS. Les valeurs des pentes sont distribuées sur 3 classes (Figure 12).



**Figure 12** : Carte des pentes de la forêt d'Ouled Hanneche

La carte des pentes de la forêt d'Ouled Hanneche (Figure 12) présente :

- [ $\leq 14,1993\%$ ] : Cette classe occupe 7.86 % de la superficie totale. Elle présente des valeurs des pentes les plus favorables pour l'écoulement des Oueds au sud de la zone d'étude, par contre au nord cette classe est occupée par les terres agricoles.
- [ $14,1993\% - 22,3684\%$ ] : Elle représente 24.33 % de la superficie totale. Cette classe regroupe les valeurs des pentes qui permettent l'installation des terres agricoles mais aussi la végétation naturelle commence à apparaître.



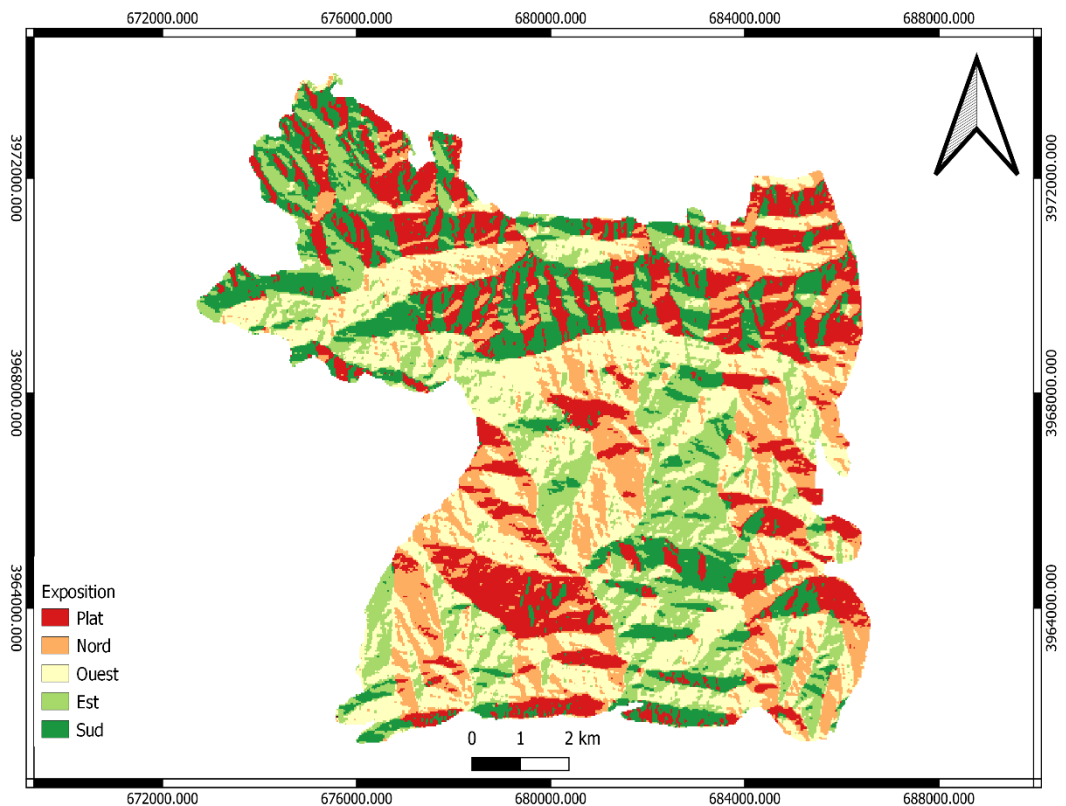
- [ $>22,368\%$ ] : C'est la classe la plus répandue représente  $64.86\%$  la superficie totale, ce qui explique la topographie très accidentée de la forêt d'Ouled Hanneche. Dans cette classe se développe la végétation naturelle (Annexe 01).

L'importance dans la réalisation d'une carte des pentes, c'est son influence directe sur le couvert forestier. Les pentes fortes où le terrain est accidenté avec une densité faible ou absente mènent à un risque d'érosion du sol. Ainsi que le terrain accidenté est un obstacle dans le travail du forestier.

En général, l'observation de la carte des pentes montre que la zone d'étude est caractérisée par un terrain accidenté.

### 3.3. Carte des expositions

La carte des expositions (Figure13) est faite à partir de l'exploitation du MNT préparé et l'utilisation des fonctions fournies par QGIS.



**Figure 13** : Carte des expositions de la forêt d'Ouled Hanneche

La carte (Figure 13) des classes des expositions présente 5 classes d'expositions avec des proportions qui sont plus ou moins proches, notamment les expositions Nord et Sud représentant chacune moyenne occupation de la superficie totale. Par contre les terrains exposés à l'Ouest occupent la plus grande superficie. Quant aux terrains exposés à l'Est et les terrains plat sont presque même proportion.

La réalisation d'une carte d'exposition a pour but pour connaître les versants les plus dominants dans notre zone d'étude. Les expositions ont une influence directe sur le couvert forestier surtout au niveau des précipitations.

La carte des expositions (Figure 13) montre que la zone d'étude a des expositions différentes. On remarque la dominance d'exposition Ouest (Annexe 01).

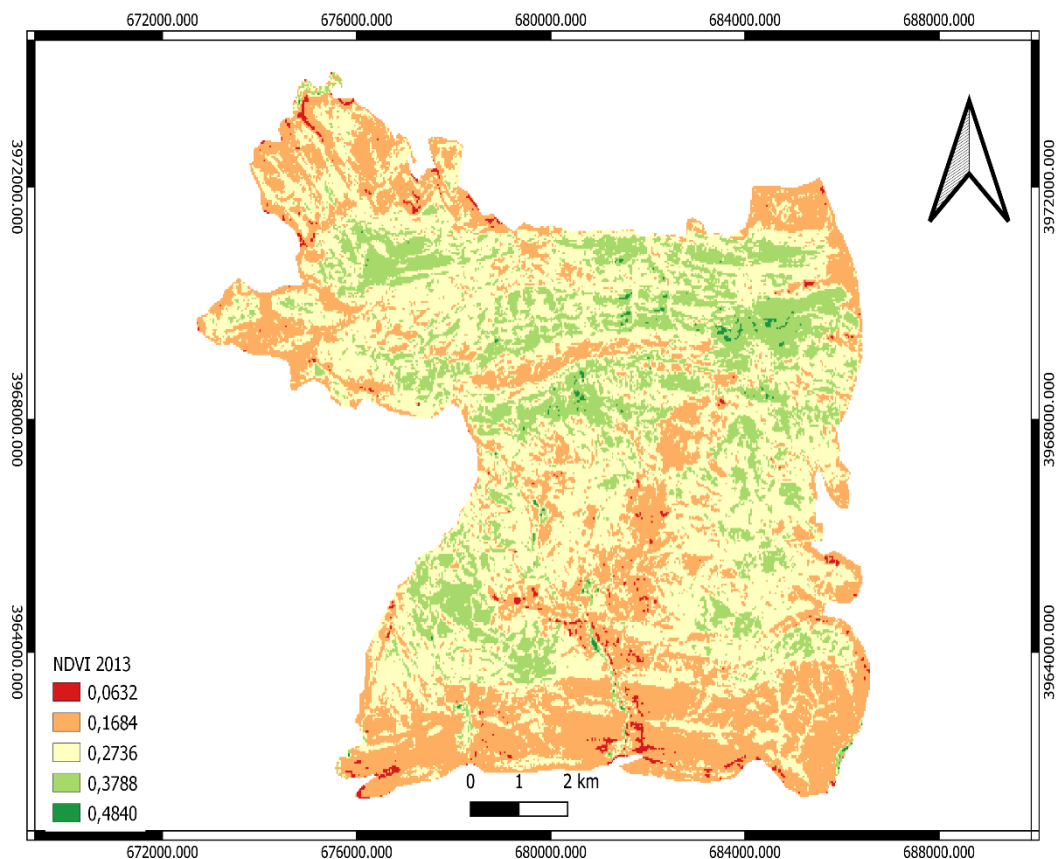
### 3.4. Calcul de NDVI

Les images satellite téléchargées (images landsat8 2013 et 2021) ont été l'objet de calcul de NDVI et sous QGIS.

Nous avons élaboré trois cartes d'NDVI (carte 2013 et carte 2021 et la carte de changement).

#### 3.4.1. Carte de NDVI\_2013

NDVI\_2013 calculé de l'image Landsat 8 daté du 21 juin (Figure 14).



**Figure 14 : Carte d'NDVI 2013**

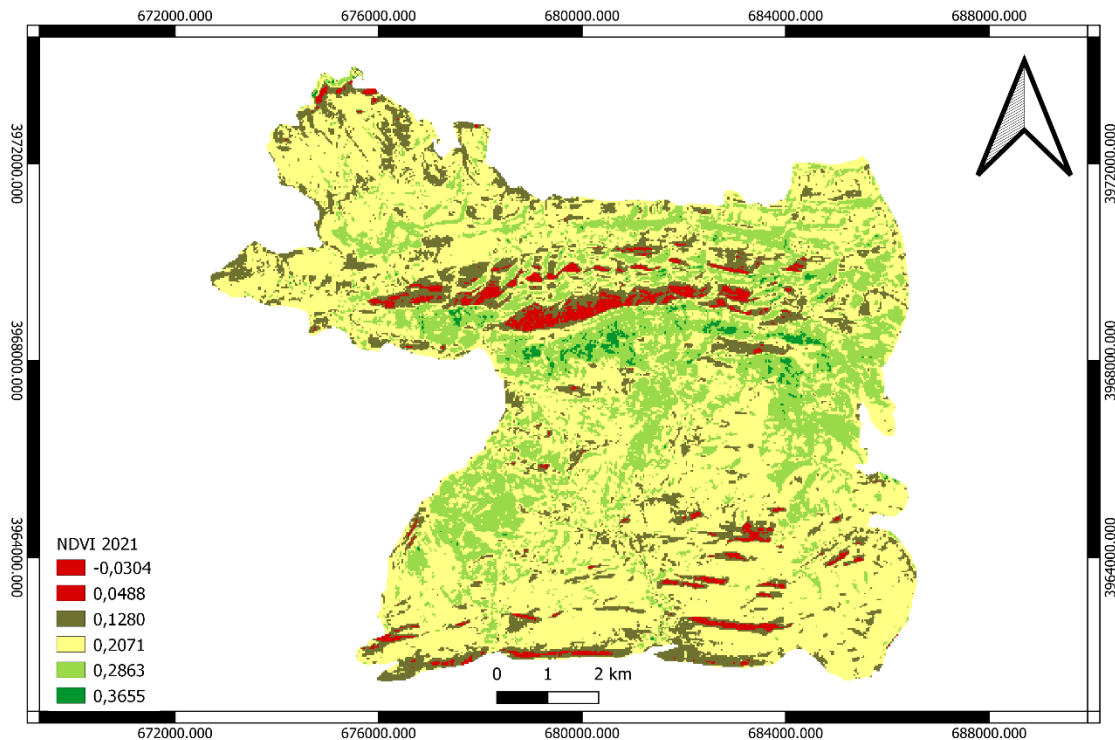
La figure (14) présente une meilleure discrimination entre les zones couvertes de la végétation et les zones non couvertes. Les zones de la couverture végétale ressortent remarquablement de l'image par leurs fortes valeurs de l'indice de végétation. Les faibles valeurs du NDVI sont liées à la faible couverture de la végétation.

Les valeurs des pixels proviennent du calcul du NDVI pour cette carte entre 0,0632 qui correspond les sol nus (très faibles végétation) et +0,4840 ce qui correspond à la végétation la plus dense.

On remarque l'état sanitaire de la forêt a été bonne d'après la valeur maximale du NDVI (0,48480) et la valeur plus basse (0,0632), donc il n'y avait pas des dégâts majeurs sur la forêt.

### 3.4.2. Carte de NDVI\_2021

La carte (15) présente NDVI\_ 2021 calculé pour l'image Landsat 8 daté du 03 février.



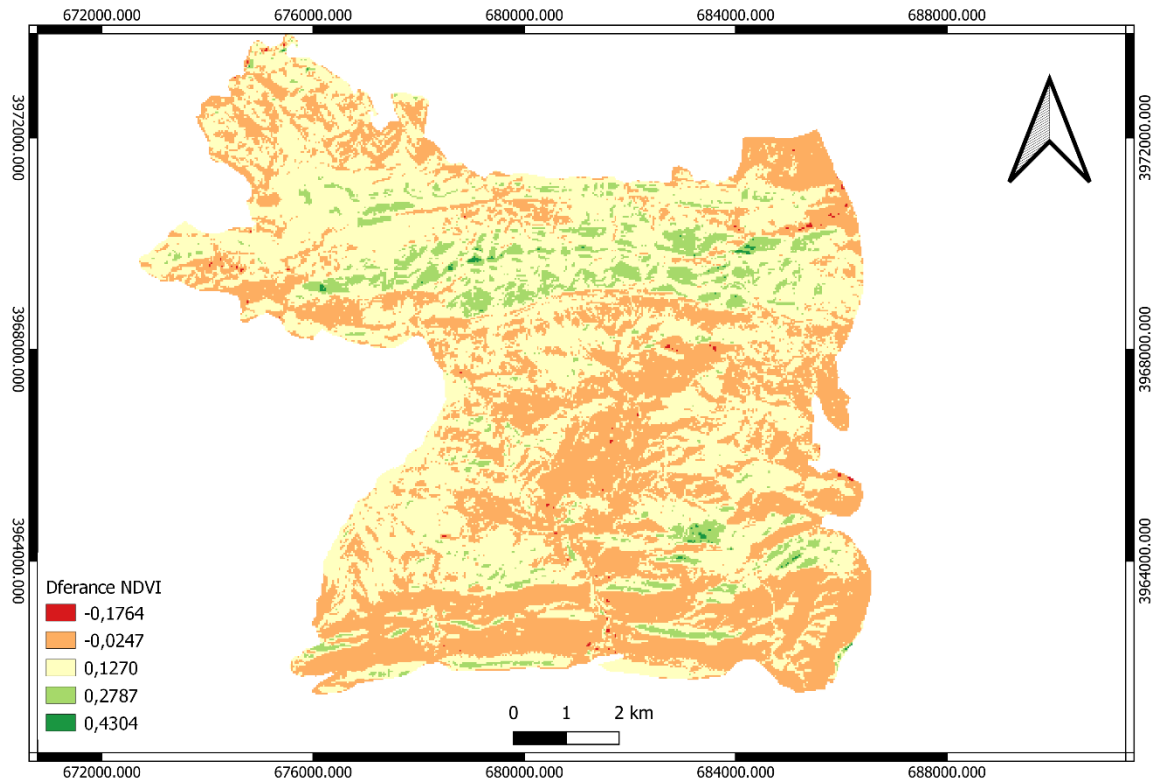
**Figure 15** : Carte d'NDVI\_2021

Les valeurs des pixels proviennent du calcul du NDVI\_2021 (Figure 15) pour cette image entre (- 0,0304) ce qui correspond le sol nu et la roche, et (+0,36) ce qui correspond à la végétation moyenne dense.

On remarque, une régression d'état sanitaire de la forêt par rapport à celle du 2013. A cause de la présence des incendies majeurs sur des surfaces importantes au Sud de la forêt. Par contre le milieu de la forêt reste toujours en bonne santé selon la carte réalisée (Figure 15).

### 3.4.3. Carte de changement (2013 – 2021)

La figure (16) présente du changement (2013-2021).



**Figure 16 :** Carte de changement (2013 - 2021)

On remarque, le taux de changement varie respectivement entre (0.4304) comme valeur maximale du changement et (-0.1764) comme valeur minimale de changement. La valeur maximale correspondante à une progression au niveau du couvert forestier (changement positive) en 2021 par rapport à celle en 2013 (représenté par la couleur vert foncé). La valeur minimale correspondante à une régression au niveau du couvert forestier (changement négative) en 2021 par rapport à celle en 2013 (représenté par la couleur rouge foncé).

La carte de changement présente 3 classes : classe de régression, classe de progression et la classe de stabilité.

Les principales raisons de la régression de la forêt sont les incendies (Annexe 02), et pour la progression sont la régénération de Chêne vert avec un reboisement effectué par le district des forêts de Bordj Ghedir 2021.

## 4. Conclusion

#### 4. Conclusion

Le présent travail consiste à étudier et la cartographié de la couverture forestière au de la forêt d'Ouled Hanneche.

Notre zone d'étude fait partie de la daïra de Bordj Ghedir (Wilaya de Bordj Bou Arreridj), elle couvre une superficie de 10221,69 ha et se caractérise par une composition forestière dominée par le Quercus et climat semi-aride frais.

La cartographie de la forêt d'Ouled Hanneche consiste à l'étude de la répartition de couverture forestière. Cette étude fait suite à l'analyse d'une séquence de deux images satellitaires, à leur traitement sous SIG, ainsi l'évaluation de leurs superficies (régression ou progression) et l'estimation des proportions occupées par ces dernières.

De ce fait, on a pu réaliser six (6) cartes pour notre zone d'étude :

Les cartes d'altitude, de pente et des expositions réalisées à partir du modèle numérique de terrain (MNT), nous ont permis de déduire ce qui suit :

- Notre zone d'étude est répartie sur 5 classes d'altitudes variant de 888 à 1871 m, la grande partie du territoire se situe à des altitudes comprises entre 1085 et 1281 m,
- Plus de 64.86 % de la totalité de la zone étudiée sont des terrains à fortes pentes (>22%), qu'explique la topographie très accidentée de forêt d'Ouled Hanneche.
- Plusieurs expositions sont réparties sur le territoire avec la dominance des expositions Ouest.

Les cartes NDVI (2013), (2021) et la différence entre eux, réalisées à partir d'utilisation des images Satellite (Landsat 8) sous QGIS.

L'étude diachronique de la forêt d'Ouled Hanneche montre qu'entre 2013, et 2021 (pour une période de 8 ans) la couverture végétale a évolué de manière régressive du terrain d'étude.

Après avoir préparé et analyse les cartes de, NDVI et du différence NDVI, on trouve que la zone d'étude est menacée par les incendies.

La réalisation de ces cartes (des pentes, d'exposition, d'altitude, NDVI\_2013, NDVI\_2021, de changement) donne un service pour la surveillance et la bonne gestion de forêt ; suivre les changements du territoire et même les facteurs influents le changement du couvert. Et pour une meilleure conservation de la forêt.



- Comme perspective, nous proposons ce que suit :
  - Un reboisement dans la zone touchée par les incendies (Annexe 2).
  - Elaboration d'un plan d'aménagement ;
  - La création d'un comité scientifique et technique, ayant pour but, de suivre et d'évaluer l'état d'avancement du couvert forestier (changement du couvert végétal).
  - La sensibilisation à la préservation du couvert forestier ; L'intégration de la population locale, dans la protection et la gestion des forêts.

Ce travail mérite d'être suivi par d'autres travaux plus larges.

# Références bibliographiques

## Références 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. Thèse magister, univ. Hassiba Ben Bouali – chlef, 01, 24,32p
- Bagnouls F., et Gaussen H., (1953).** Saison sèche et indice xérothermique. Bull. Soc. Hist. Toulouse 88(3-4) :49-56.
- Bahloul L., (2019).** Cartographie numérique des formation végétales de la forêt d'Ouled Hanneche . Mémoire de master 2. Ecole Nationale Supérieure Agronomie. 59.
- BNEDER., 2008.** Bureau National d'Etudes Pour Le Développement Rural.
- Boudjema M.A., (2017).** Parc national de Tlemcen. Dynamique de la couverture végétale et perspective. Chettabah (Wilaya de Constantine). (Modélisation climatique et classification). Mémoire de magistère
- Conservation des Forêts de Bordj Bou Arréridj, 2016.**
- Cote M., (1983).** L'espace algérien, les prémices d'un aménagement. OPU éd , Alger, 278 p
- Dodane C., (2009).** Les nouvelles forêts du massif central : enjeux sociétaux et territoriaux. Thèse, Doct. Univ. École normale supérieure Lettres et sciences humaines de Lyon. 12p.
- DPAT, 2001-2010.** Annuaire statistique de Wilaya de Sétif. en Agronomie Option : Gestion durable des écosystèmes forestiers. Univ El-Hadj Lakhdar Batna, 186p.
- FAO, (2002).** Etude perspective du secteur forestier en Afrique (FOSA) : Algérie .FAO, Rome ,50 p.
- Gérard J., (1987).** Traitement informatique de l'image satellitaire. Le Bulletin De L'EPI N
- Gillot J-M., (2009).** Introduction aux systems d'information géographique. Agro Paris Tech, Paris. 19p. Algérie. 955p.
- Guray E., (2008).** Reconnaissance d'objets cartographiques dans les images satellitaires à haute résolution .Thèse doctorat, Option : informatique, univ paris des cartes, 158p
- Habert E., (2000).** Qu'est-ce qu'un système d'information géographique ? Laboratoire de cartographie appliquée,
- Hadjadj M.F., (2011).** Apport des SIG et des images satellites pour la cartographie numérique de la forêt du
- Institut Nationale de Cartographie, (1992).**
- Laala A. & Alatou DJ., (2016).** Analyse de la dynamique des massifs forestiers de l'Est Algérien par la télédétection satellitaire. Univ des Frères Mentouri Constantine 1.

**Meddour R., (2010).** Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie. Exemple des groupements forestiers et préforestiers de la Kabylie Djurdjuréenne. Thèse Doct. Etat, INA, 367p. Mémoire de master, univ Abou Bakr Belkaid Tlemcen.50,51

**Mihi A., (2012).** La forêt de Zenadia (Haute Plaine Sétifienne). Diagnostic et perspective de protection. Thèse de Magister. Univ Farhat Abbas Sétif. 4-11,18-24.

**Stewart P., (1969).** Un nouveau climagramme pour l'Algérie et son application au Barrage Vert. 239-245.

**Thierno A.W., (2008).** Initiation à MapInfo Professional, étapes cartographique et élémentaire avec MapInfo Professional. Ed. ENPC-LVMT, Marne. 3.

**Site web:** <https://earthexplorer.usgs.gov/>.

**Site web:** <https://www.qgis.org/fr/site/>

# Annexes

## Annexe 1

### Superficies des classes des pentes de la forêt d'Ouled Hanneche

Classes des pentes	Superficie (ha)	Superficie (%)
0 % - 14 %	803.91	7.86 %
14 % - 22 %	2487.93	24.33 %
> 22 %	6629.85	64.82 %
Total	9921.69	97.06 %

### Superficies des classes d'expositions de la forêt t d'Ouled Hanneche

Expositions	Superficie (ha)	Superficie (%)
Plat	2032.68	19.88 %
Nord	1799.79	17.6 %
Ouest	2641.30	25.84 %
Est	1903.95	18.62 %
Sud	1843.95	18.03 %
Total	10221.69	100 %

## Annexe 2

### Bilan des incendie 2013-2021

<b>Commune</b>	<b>Forêt</b>	<b>Date déclaré</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Espèces</b>
Bordj Ghedir	FD Ouled Hanache	10/2/2013	0,04	CV + GO
Taglait	FD Ouled Hanache	8/8/2013	03,5	CV
Taglait	FD Ouled Hanache	9/8/2013	2	CV
Taglait	FD Ouled Hanache	11/8/2013	0,5	CV
Taglait	FD Ouled Hanache	6/8/2014	0.1	CV+ GENEVR
Taglait	FD Ouled Hanache	22/8/2014	0.03	CV+ GENEVR
Bordj Ghedir	FD Ouled Hanache	23/8/2014	0.04	CV+ GENEVR
Taglait	FD Ouled Hanache	24/8/2014	2	CV+ GENEVR
Taglait	FD Ouled Hanache	27/8/2014	12	CV+ GENEVR
Taglait	FD Ouled Hanache	31/7/2015	1.5	CV+ GENEVR
Bordj Ghedir	FD Ouled Hanache	2/8/2015	3	CV+ GENEVR
Taglait	FD Ouled Hanache	2/8/2015	5	CV+ GENEVR
Taglait	FD Ouled Hanache	4/8/2015	12	CV+ GENEVR
Taglait	FD Ouled Hanache	4/8/2015	2	CV+ GENEVR
Taglait	IFRI	4/08/2017	0.02	CV + LOR
Ghaïlassa	TAFRENT	6/08/2017	0.03	CV
Ghaïlassa	LEMAICHE	6/08/2017	0.01	CV
Ghaïlassa	FD Ouled Hanache	2/09/2017	0.015	CV+GENVR +BROUS
Ain Tesra	MEHIRIS	29/07/2018	0.3	PA

## Résumé

Ce travail a été réalisé sur la forêt d'Ouled Hanneche, située dans la partie Sud de la wilaya de Bordj Bou Arreridj, et son objectif est d'évaluer le couvert forestier de cette région à l'aide des images satellitaires et l'utilisation des fonctions du logiciel QGIS.

En comparant les cartes NDVI réalisées (des images stellites Lndsat 8, 2013 et 2021), nous avons observé une détérioration dans la surface du couvert forestier.

**Les mots clés :** la forêt d'Ouled Hanneche, couvert forestier, image satellite, QGIS, NDVI, cartographie.

## Abstract

This work was carried out on the forest of Ouled Hanneche. It located in the southern part of the wilaya of Bordj Bou Arreridj. Its objective is to evaluate the vegetation cover of this region with the use of satellite images and the functions of the QGIS software.

By comparing the NDVI maps produced (of the Landsat 8, 2013 and 2021 satellite images), we observe a deterioration of forest cover.

**Key words:** Ouled Hanneche forest, vegetation, satellite image, QGIS, NDVI, cartography.

## ملخص

انجز هذا العمل على غابة ولاد حناش الواقعة في الجزء الجنوبي من ولاية برج بوعريريج ، وهدفه هو تقييم الغطاء الغابي لهذه المنطقة بمساعدة صور الأقمار الصناعية واستخدام وظائف برمجيات نظام المعلومات الجغرافية QGIS .

ومن خلال مقارنة خرائط NDVI(صور القمر الصناعي لاند سات 8 , عامي 2013 و 2021) لاحظنا تدهور الغطاء الغابي من ناحية المساحة.

**الكلمات المفتاحية :** غابة ولاد حناش , الغطاء الغابي , صور الأقمار الصناعية , QGIS , NDVI , رسم الخرائط .