

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de  
l'enseignement supérieur et  
de la recherche scientifique

Université 20 août 1955  
Skikda



وزارة التعليم العالي  
والبحث العلمي

جامعة 20 أوت 1955  
سكيكدة

Faculté des Sciences

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie - SNV-

Filière : Ecologie et Environnement

Option : Protection des écosystèmes

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention  
du diplôme de **MASTER** en **Protection des écosystèmes**

**Thème :**

**La caractérisation Cartographique des peuplements forestiers  
dans la région de Bin El Ouiden et Oum Toub**

Présenté par :

*Mezghache Asma*

*Lyzidi Ikram*

*Mansouri Rania*

*Mabrouk Rahma*

Devant le jury :

*M<sup>me</sup> Boudries Amel*

M CB

Univ. 20 Août 1955 Skikda

**Président**

*M<sup>me</sup> ROUIDI Sonia*

M CA

Univ. 20 Août 1955 Skikda

**Examinatrice**

*Mr HADEF Azzedine*

M AA

Univ. 20 Août 1955 Skikda

**Encadreur**

Année Universitaire :  
2022/2023

## *Remerciement*

*Ce mémoire de fin d'étude est le fruit d'une patience et d'une persévérance durant 5 ans. Il est aussi le premier pas vers le chemin de la recherche scientifique et la première expérience de travailler en équipe, que je me sens redevable à des titres divers envers toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire.*

*Avant tout, on tient à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.*

*Nous tenons à remercier en premier notre encadrant **Mr Hedef Azzdine, (M.A.A, Université 20 août 1955, Skikda)**, d'avoir accepté de nous encadrer, ses encouragements, ainsi que sa disponibilité à chaque fois que On sollicite son aide qui sans sa rigueur sa disponibilité et surtout la richesse de ses conseils notre travail n'aurais jamais aboutis.*

*Nous remercions et saluons vivement nos membres de jury **Mme Boudries (M.C.B. Université du 20 Août 1955, Skikda)**, d'avoir accepté de présider le jury de soutenance.*

*Mes vifs remerciements s'adressent à **Mme Rouidi Sonia (M.C.A, université du 20 Août 1955, Skikda)**, qui a bien voulu examiner ce travail. Ces critiques et remarques nous serons d'une grande utilité.*

*Nos remerciements s'adressent à **Dr.L. Boudjellab** chef département de Sciences de la Nature et de la Vie.*

*Nos remerciements s'adressent également à tous nos professeurs pour leurs générosités et patience dont ils ont su faire preuve durant ces Cinq dernière années.*

*On ne saurait oublier de remercier toutes les personnes qui nous ont aidés dans notre chemin*



## **Dédicace**

*En premier je tien a remercié dieu de ma voir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.*

*Je tien à dédier cet humble travail comme preuve e de respect de gratitude et de reconnaissance :*

*A ma très **chère mère** : quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, la bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.*

*A mon très **cher père** : Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager  
Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.*

*A mon âme frère **Tamer** et mes belles sœurs **Marwa, Ines** et ses petites familles.*

*Puisse Dieu vous donne santé, bonheur, courage et surtout la réussite*

*À l'âme de ma sœur immaculée **Safa***

*À ma deuxième famille et à l'âme de mon **cher père**, l'homme qui a toujours attendu ce moment avec impatience.*

*A mes quadrinôme du mémoire, **Rania, Ikram, Rahma** pour ses ententes et sa sympathie.*

*A mes chères amies **Meriem, Aya, Nesrine, Chaima, Hadjer, khawla, Wafa, Nadjet, Ikram, Aya, Dounia**. Pour leurs aides et supports dans le moment difficile sert et pour leur soutient dans tout mon parcours universitaire.*

*A tous mes amis qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès.*

*A toute ma famille "Mezghache "*

*A tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment.*

***Mezghache Asma ...***

## **Dédicace**

*Tout d'abord, tout louange à ALLAH qui nous a éclairé le chemin du savoir et notre grand salut sur le premier éducateur notre prophète Mohammed.*

*J'adresse mes vifs remerciements et mes sincères gratitudes à mon Encadreur M. Hadeif Azzedine, pour ses aides précieuses, ses orientations et ses Conseils.*

*L'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et bonheur, qui n'a jamais cessé d'une soutenir, mon père Lyzidi Amar et La lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, maman que j'adore Haddad*

*Habiba*

*Je dédie aussi ce modeste travail à mes frères Adel, Mourad, Lyes, et mes petits frères Mohamed et Bassam. Que Dieu les protèges.*

*A mes cousines Samiha et Lamia. Que Dieu les protèges.*

*Aux personnes qui m'ont toujours aidée. Celles qui m'ont accompagnée dans ce cheminement et qui m'ont soutenue moralement et qui m'ont permis d'atteindre ce stade. Ma chère la femme de mon frère Mariam et la femme de mon frère Kenza et mon amie Abir.*

*Je voudrais remercier tout particulièrement mon amie Ayda qui était l'une de mes plus grandes supportrices*

*À qui m'accompagnaient durant mon chemin d'étude supérieure mes aimables amies mes collègues d'étude et sœurs de cœur Rania et Rahma.*

*A la famille universitaire mes professeures, mes collègues de promotion master 2 protections des écosystèmes.*

*A toutes les personnes que j'aime. Chacun à sa manière a contribué à la bonne réalisation de ce travail dans une ambiance constructive et chaleureuse.*

**Lyzidi Ikram ..**

## *Dédicace*

*Avant tout, je remercie Allah de mon avoir le courage, la patience et la chance D'étudier et suivre.*

*Je voudrais tout d'abord adresser toute ma gratitude à mon encadreur M.HADEF AZZEDINE pour sa patience, sa disponibilité et surtout sa judicieux Conseils.*

*A mon idole, mon support et la raison de mes efforts et mon bonheur Mon Chère père MABROUK AMMAR. A la personne qui illumine ma vie, la source*

*D'une grande compassion et de l'amour pur, mon chère maman KHEMKHEM SORAYA.*

*JE voudrais exprimer aussi toute mon remerciement à :*

*Mon petit frère LOAY. Que dieu le protège.*

*Toute ma famille spécialement mes petites princesses MARIA et LILIANE.*

*LA personne qui était l'un de mes grands supports. Merci « D ».*

*Un grand Mercie à qui m'accompagnait durant mon chemin d'étude*

*Supérieur, mes collègues d'étude et mes sœurs de cœur IKRAM et RANIA.*

*Enfin, à la famille universitaire, mes professeurs et mes collègues.*

***Mabrouk Rahma....***



*Dédicace*

*C'est avec profonde gratitude et s'incères mots, que je  
dédie cemodeste travail de fin d'étude à  
Mes chers parents, Mr.Mansouri Makhlouf et*

*Mrs.Bouaita Houria.*

*Qui ont sacrifié leurs vies pour notre réussite et nous ont  
éclairé le chemin par leurs conseils et sagesse .je vousai  
toujours vue comme un modèle pour moi, ma plus grande  
force, merci pour tout .*

*A mes sœurs et mon frère qui n'ont pas cessée de me  
conseiller etencourager tout au long de mes études. Que  
dieu les protège et  
leurs offre la chance et le bonheur.*

*J'apprécierai toujours cette expérience, merci.*

*A mes chères amies, en souvenir de nos éclats de rire et des  
bonsmoments, en souvenir de tout ce qu'on a vécu  
ensemble, j'espèrede tout mon cœur que notre amitié  
durera éternellement.*

*Mansouri Rania ...*

## Sommaire

Liste des figures.

Liste des tableaux.

Liste des abréviations.

Résumés

Introduction p 1-2

### Chapitre I : Généralités

<b>I- Généralités sur la carte et la cartographie</b>	<b>P 04</b>
<b>I-1- Définition d'une carte</b>	<b>P 04</b>
<b>I-2- Définition de la cartographie</b>	<b>P 04</b>
<b>II- Généralités sur la Géomatique</b>	<b>P 04</b>
<b>II-1- Définition de la Géomatique</b>	<b>P 04</b>
<b>II-2- Objectifs de la Géomatique</b>	<b>P 04</b>
<b>III- Généralité sur système d'information géographique (SIG)</b>	<b>P 05</b>
<b>III-1- Définition de SIG</b>	<b>P 05</b>
<b>III-2- Les composants des SIG</b>	<b>P 05</b>
<b>III-3- Les données de SIG</b>	<b>P 06</b>
<b>IV- Généralité sur Télédétection</b>	<b>P 07</b>
<b>IV-1- Définition</b>	<b>P 07</b>
<b>IV-2- Le principe de la télédétection</b>	<b>P 07</b>
<b>IV-3- Types de la télédétection</b>	<b>P 08</b>
<b>V- Télédétection et SIG</b>	<b>P 09</b>

### Chapitre II : Matériel et Méthodologie

<b>I- Présentation de la région d'étude Oum Toub-Bin El Ouiden</b>	<b>P 11</b>
<b>I-1- Localisation géographique</b>	<b>P 11</b>
<b>I-2- Aspect Climatologie</b>	<b>P 12</b>
<b>I-3- Réseaux hydrographiques</b>	<b>P 12</b>
<b>I-4- Aspects Géologique</b>	<b>P 14</b>
<b>II- L'objectif de l'étude</b>	<b>P 15</b>
<b>III- Matériel utilisé</b>	<b>P 15</b>
<b>III-1- Les appareils</b>	<b>P 15</b>
<b>III-2- Les logiciels utilisés</b>	<b>P 15</b>

<b>IV- La méthodologie du travail</b>	<b>P 16</b>
<b>IV-1- Acquisition des données utilisées</b>	<b>P 16</b>
<b>IV-1-1- Les images satellitaires</b>	<b>P 16</b>
<b>IV-2- Les satellites Landsat et leurs capteurs</b>	<b>P 17</b>
<b>IV-2-1 Les satellites LANDSAT</b>	<b>P 17</b>
<b>IV-3- Traitement des données satellitaire</b>	<b>P 19</b>
<b>IV-3-1- Prétraitement</b>	<b>P 19</b>
<b>IV-3-1-1- Assemblages des bandes (composites bands)</b>	<b>P 19</b>
<b>IV-3-1-2- Découpages des images satellitaires selon la zone d'étude</b>	<b>P 21</b>
<b>IV-3-2- Classification d'images</b>	<b>P 21</b>
<b>IV-3-2-1- La classification</b>	<b>P 21</b>
<b>V- Détection du changement</b>	<b>P 23</b>
<b>V-1- Edition des peuplements forestiers</b>	<b>P 23</b>
<b>VI- L'analyse topographique de la région d'étude</b>	<b>P 24</b>
<b>VI-1- Cartes dérivées du MNT</b>	<b>P 25</b>
<b>VII-La relation entre les cartes thématique (exposition, pente, altitude) et les peuplements forestiers</b>	<b>P 26</b>

### **Chapitre III : Résultats et discussions**

<b>I- Résultats et discussions</b>	<b>P 29</b>
<b>I-1- Résultats de prétraitement des images Satellitaires</b>	<b>P 29</b>
<b>I-2- Résultats de la classification supervisée des images satellitaires</b>	<b>P 29</b>
<b>II- Détection des changements de la végétation entre 1987 et 2022</b>	<b>P 31</b>
<b>I-1- La Dynamique de la Vegetation dans notre région d'étude</b>	<b>P 31</b>
<b>III- La cartographie des peuplements forestiers</b>	<b>P 34</b>
<b>IV- Caractérisation topographique de la zone d'étude</b>	<b>P 36</b>
<b>IV-1- La carte des expositions</b>	<b>P 37</b>
<b>IV-2- La carte des pentes</b>	<b>P 39</b>
<b>IV-3- La carte des altitudes</b>	<b>P 41</b>
<b>V- La répartition des peuplements forestiers en fonction des paramètres topographiques</b>	<b>P 43</b>
<b>V-1- La répartition des peuplements forestiers en fonction des expositions</b>	<b>P 44</b>
<b>V-2- La répartition des peuplements forestiers en fonction des pentes</b>	<b>P 46</b>
<b>V-3- La répartition des peuplements forestiers en fonction des altitudes</b>	<b>P 47</b>

**Conclusion**

**p 49-50**

**Références bibliographiques**

**p 51**

## Liste des abréviations

**ArcGis** : Aeronautical **R**econnnaissance **C**overage **G**eographic **I**nformation **S**ystem.

**CNIG** : Centre National **d'**Information **G**éographique

**DEM**: Digital **E**levation **M**odel.

**ESRI**: **E**nvironnemental **S**ystem **R**esearch.

**GDM**: Geological **D**ata **M**odelling.

**GPS** : Global **P**ositioning **S**ystem

**MNT** : Model Numérique du **T**errain.

**NASA**: National Aeronautics and **S**pace **A**ministration

**OLI**: Operational **L**and **I**mager.

**RGB** : Red **G**reen **B**leu.

**SIG** : Système d'**I**nformation **G**éographique.

**SIG** : Système **D'**Information **G**éographique

**TM** : Thematic **M**apper.

**USGS**: United States **G**eological **S**urvey.

**UTM** : Universal **T**ransverse **M**ercator.

## Liste des Figures

N° de la Figure	Titre de la Figure	Page
<b>Figure 01</b>	Les données raster et les données vectoriel	<b>07</b>
<b>Figure 02</b>	Les différentes étapes de la télédétection	<b>08</b>
<b>Figure 03</b>	Télédétection active et télédétection passive	<b>09</b>
<b>Figure 04</b>	Téléchargement de l'image Landsat depuis le site Earth explorer.	<b>16</b>
<b>Figure 05</b>	Les différences dans la composition des bandes entre les Landsat.	<b>20</b>
<b>Figure 06</b>	Illustration d'assemblage des bandes.	<b>20</b>
<b>Figure 07</b>	Illustration de découpage de l'image satellitaire.	<b>21</b>
<b>Figure 08</b>	La classification supervisée	<b>22</b>
<b>Figure 09</b>	La classification non supervisée	<b>22</b>
<b>Figure 10</b>	Illustration de la réalisation de la carte des peuplement forestiers	<b>23</b>
<b>Figure 11</b>	model numérique du terrain MNT	<b>24</b>
<b>Figure 12</b>	Illustration de la réalisation de la carte des expositions.	<b>25</b>
<b>Figure 13</b>	Illustration de L'intersection entre la carte des pentes et la carte des peuplements forestiers	<b>25</b>
<b>Figure 14</b>	Organigramme de la démarche méthodologique	<b>26</b>
<b>Figure 15</b>	la carte de la region en 1987	<b>29</b>
<b>Figure 16</b>	la carte de la region en 2022	<b>29</b>
<b>Figure 17</b>	Représentation graphique de l'évaluation des surfaces de végétation	<b>31</b>
<b>Figure 18</b>	Représentation graphique des types des peuplements forrestiers dans la region etudie .	<b>35</b>
<b>Figure 19</b>	Le model Numérique du Terrain de Bin El Ouiden- Oum Toub .	<b>37</b>
<b>Figure 20</b>	Représentation graphique des expositions	<b>39</b>
<b>Figure 21</b>	Représentation graphique de classe des pentes	<b>41</b>
<b>Figure 22</b>	Les caractéristiques situationnelles et contraintes sylvicoles en fonction des pentes	<b>41</b>
<b>Figure 23</b>	Représentation graphique des altitudes	<b>43</b>

### Liste des Tableaux

<b>N° du Tableau</b>	<b>Titre du Tableau</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau 01</b>	Aspects Climatologie de la région de Bin El Ouiden et Oum Toub	<b>12</b>
<b>Tableau 02</b>	Aspects Géologique de la région de Bin El Ouiden et Oum Toub	<b>14</b>
<b>Tableau 03</b>	Caractéristiques des bandes spectrales de Landsat TM 5	<b>18</b>
<b>Tableau 04</b>	Caractéristiques des bandes spectrales de Landsat OLI 9	<b>19</b>
<b>Tableau 05</b>	Répartition des surfaces Couvert végétal /Hors végétation en 1987 et en 2022	<b>30</b>
<b>Tableau 06</b>	Bilan des changements de la végétation entre 1987 et 2022	<b>32</b>
<b>Tableau 07</b>	Tableau des types des peuplement forestiers dans la region de l'étude	<b>35</b>
<b>Tableau 08</b>	Tableau des statistiques des classes des exposition	<b>38</b>
<b>Tableau 09</b>	Tableau des statistiques des classes des pentes	<b>40</b>
<b>Tableau 10</b>	Tableau des statistiques des classes des altitude	<b>43</b>
<b>Tableau 11</b>	La répartition des peuplement forestiers en fonction de carte des expositions	<b>44</b>
<b>Tableau 12</b>	La répartition des peuplement forestiers en fonction de carte des pentes	<b>45</b>
<b>Tableau 13</b>	La répartition des peuplement forestiers en fonction de carte des altitudes	<b>46</b>

### Liste des Cartes

<b>N° de la carte</b>	<b>Titre de la carte</b>	<b>Page</b>
<b>Carte 01</b>	La situation géographique de la région de Bin El Ouiden - Oum Toub	<b>11</b>
<b>Carte 02</b>	La carte du couvert végétal en 1987	<b>30</b>
<b>Carte 03</b>	La carte du couvert végétal en 2022	<b>30</b>
<b>Carte 04</b>	Dynamique de la végétation	<b>32</b>
<b>Carte 05</b>	la carte des peuplements forestiers de la region de Bin El Ouiden - Oum Toub .	<b>34</b>
<b>Carte 06</b>	La carte des expositions.	<b>38</b>
<b>Carte 07</b>	La carte des pentes .	<b>40</b>
<b>Carte 08</b>	La carte des altitudes.	<b>42</b>

### Résumé

Cette étude menée sur la région de Bin El Ouiden - Oum Toub, elle vise à établir une évaluation pour déterminer les changements de l'écosystème durant les périodes 1987-2022 par l'utilisation des techniques du SIG et la télédétection.

La méthodologie suivie dans cette étude consiste à basée essentiellement sur le traitement des images satellitaires de très hautes résolution (images de Google Earth) Landsat 5 TM et 9 OLI, pour donner des cartes du couvert végétal durant les années 1987-2022 et les cartes topographiques de la région d'étude.

Pour donner des cartes du couvert végétal durant les années 1987-2022. Le résultat obtenu montre que durant 35 ans la végétation forestière dans la région a gagné une superficie de 2867.74ha, avec une moyenne de 81.935 ha par an et durant la même période, la régression est estimée à 3119.44 ha, soit 89.1126 ha/an et les zones de stabilité de la végétation sont majoritaires avec une superficie de 10077.69 ha.

Après avoir les cartes du couvert végétal, Le traitement du MNT a permis d'avoir une caractérisation topographique de la zone d'étude par l'analyse des cartes des pentes, des expositions et d'altitude.

Les résultats obtenus nous montrent que les pentes très fortes dominant 50.54% de la superficie totale de la région. Pour le facteur Exposition, les expositions Nord et Nord-ouest dominant le territoire avec 29.83%. A la fin, la classe d'altitude dominante dans notre zone d'étude est entre 200 à 300 m, occupent 28.12 % de la surface globale.

Afin de compléter l'étude, On a créé la répartition des peuplements en fonction des paramètres topographiques. Pour l'objectif de comprendre l'influence des caractéristiques topographiques sur la distribution des peuplements.

Les résultats obtenus nous montrent que Chaque peuplement forestier est représenté par une classe d'exposition spécifique (E, Flat, N, NE, NW, S, SE, SW, W), par des classe des altitudes et des pentes.

**Mots clé :** Image satellitaire, SIG, Télédétection, carte, MNT.

**Abstract**

This study conducted in the Bin El Ouiden-Oum Toub region aims to assess the ecosystem changes during the periods 1987-2022 using GIS and remote sensing techniques.

The methodology followed in this study is primarily based on processing very high-resolution satellite images (Google Earth images), Landsat 5 TM, and 9 OLI, to generate vegetation cover maps during the years 1987-2022, as well as topographic maps of the study area.

The obtained results show that over a period of 35 years, the forest vegetation in the region has increased by an area of 2867.74 hectares, with an average of 81.935 hectares per year. During the same period, the regression is estimated at 3119.44 hectares, equivalent to 89.1126 hectares per year, and the stable vegetation areas dominate with an area of 10077.69 hectares.

After obtaining the vegetation cover maps, the processing of the digital elevation model (DEM) allowed for the characterization of the topography of the study area by analyzing slope, aspect, and altitude maps.

The results show that steep slopes dominate 50.54% of the total area of the region. Regarding aspect, the north and northwest aspects dominate the territory with 29.83%. Lastly, the dominant altitude class in our study area is between 200 and 300 meters, occupying 28.12% of the total area.

To complement the study, the distribution of forest stands based on topographic parameters was created to understand the influence of topographic characteristics on stand distribution.

The results reveal that each forest stand is represented by a specific exposure class (E, Flat, N, NE, NW, S, SE, SW, W), as well as altitude and slope classes.

**Keywords:** Satellite imagery, GIS, Remote sensing, Mapping, Digital Elevation Model (DEM).

تهدف هذه الدراسة التي أجريت على منطقة بين الويدان - أم الطوب إلى إنشاء تقييم لتحديد التغيرات في النظام البيئي خلال الفترات 1987-2022 باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (SIG) والاستشعار عن بعد. تعتمد المنهجية المتبعة في هذه الدراسة بشكل أساسي على معالجة صور الأقمار الصناعية عالية الدقة (صور جوجل إيرث) TM5 وOLI9، لتوفير خرائط للغطاء النباتي خلال السنوات 1987-2022 والخرائط الطبوغرافية لمنطقة الدراسة. لإعطاء خرائط للغطاء النباتي خلال الأعوام 1987 - 2022 وأظهرت النتائج أنه خلال 35 سنة عرفت المنطقة زيادة في الغطاء النباتي بمساحة 2867.74 هكتار بمتوسط 81.935% (هكتار/السنة) وخلال نفس الفترة، يقدر تراجع الغطاء النباتي بـ 3119.44 هكتار، أي 89.1126 (هكتار / سنة) حيث ان مناطق استقرار الغطاء النباتي هي الأغلبية بمساحة 10077.69 هكتار.

من أجل استكمال الدراسة، أتاحت معالجة نموذج التضاريس الرقمية (MNT) الحصول على توصيف طبوغرافي لمنطقة الدراسة من خلال تحليل خرائط المنحدرات والتعرضات والارتفاع. تظهر النتائج المتحصل عليها أن المنحدرات شديدة الانحدار تهيمن على 50.54% من المساحة الكلية للمنطقة. بالنسبة لعامل التعرض، يهيمن التعرض للشمال والشمال الغربي على المنطقة بنسبة 29.83%. في النهاية، تتراوح فئة الارتفاع السائدة في منطقة دراستنا بين 200 إلى 300 متر، وتحتل 28.12% من السطح الكلي.

**الكلمات المفتاحية:** صورة الأقمار الصناعية، نظم المعلومات الجغرافية، خريطة MNT.



---

# *Introduction*

---



Dans le monde, les forêts constituent un maillon essentiel dans la chaîne de la vie.

Elles comptent parmi les écosystèmes les plus riches et les plus utiles de la planète, abritant un large éventail d'espèces de la faune et de la flore, et jouent un rôle primordial dans le maintien de la biodiversité. **(Amiri N., 2016).**

La forêt méditerranéenne ne couvre que 1,5 pour cent de l'ensemble des surfaces boisées de la planète. L'exploitation irrationnelle de ses ressources durant des siècles a provoqué une dégradation qui s'est produite à des rythmes variables. En Afrique du Nord et au Proche-Orient, la croissance démographique s'est traduite par une surexploitation et une dégradation accélérée des ressources forestières **(O. M'Hirit., 1994).**

Par sa situation géographique, l'Algérie dispose d'un environnement naturel diversifié.

Cette diversité se traduit par des formes végétales exceptionnellement différentes tant par leur structure et leur apparence que par la richesse de la flore et de la faune. En effet, la forêt naturelle couvre une superficie de 250 000 kilomètres carrés, avec un taux de boisement moyen de 10 %. La Région de Bin el Ouiden et Oum Toub (wilaya de Skikda), fait partie du massif forestier de Collo au Nord-est Algérien. Elle se caractérise par une richesse floristique et faunistique très remarquable. La gestion et la caractérisation de cette région nécessite des moyens et des techniques adéquats pour étudier leur évolution dans l'espace et dans le temps.

L'utilisation des techniques de la Géomatique (système d'information géographique et la Télédétection) dans l'étude des milieux naturels restent le moyen le plus efficace pour faire un suivi permanent de l'évolution de ces milieux **(Merabet S, Messaloui N, 2018).**

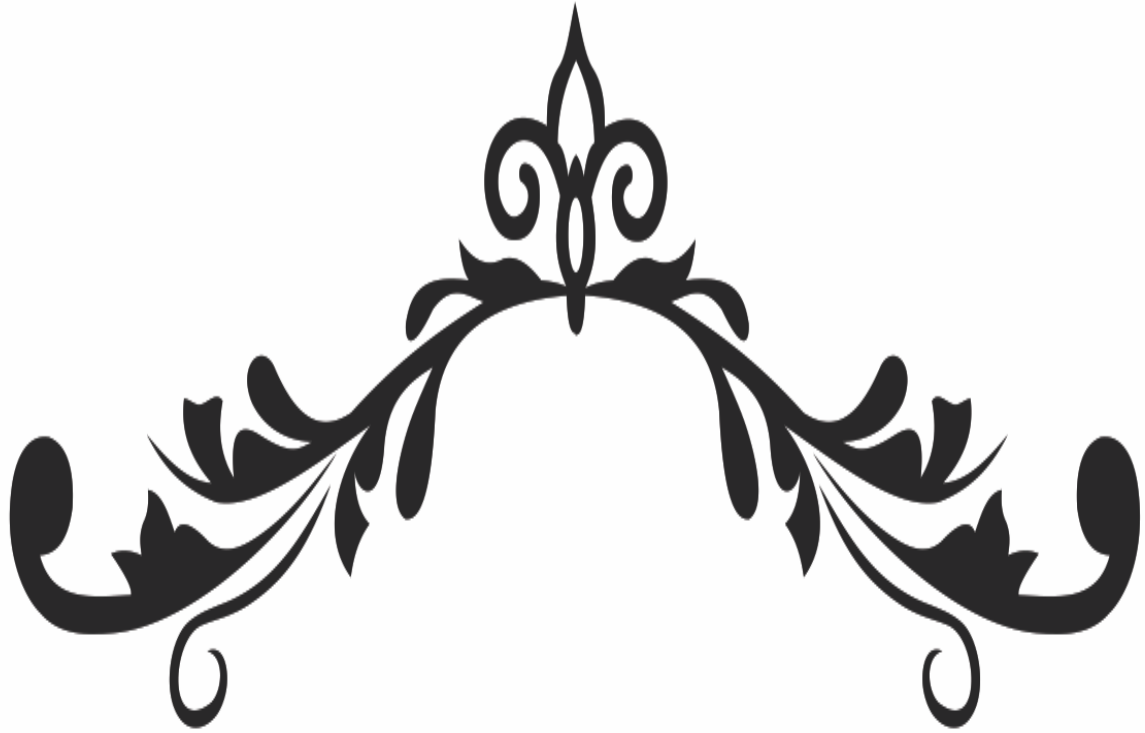
Dans cette étude on va essayer de mettre en œuvre les techniques de la cartographie numérique depuis le traitement des Données satellitaires jusqu'au système d'informations géographiques pour la réalisation des différentes cartes thématiques qui caractérisent la région d'étude.

Pour cela, Ce mémoire est structuré comme suit :

- Une introduction précise la problématique et cible les objectifs de notre étude.
- Le premier chapitre expose un aperçu bibliographique et une présentation de la région d'étude.
- Le deuxième chapitre (Méthodologie du travail) est consacré à présenter le matériel utilisé

explique les méthodes de traitement et d'analyse et définit notre démarche méthodologique.

- Le dernier chapitre répond à la problématique posée par, une interprétation et une discussion des résultats obtenus. Et enfin, une conclusion permettant de synthétiser les résultats de cette étude.



---

**Chapitre I :**  
**Généralités**

---



### **I- Généralités sur la carte et cartographie**

#### **I-1- Définition d'une carte**

Selon F. Joly, « une carte est une représentation géométrique, plane, simplifiée et conventionnelle de tout ou partie de la surface terrestre et cela dans un rapport de similitude convenable qu'on appelle échelle ». (F. Joly, 1976).

#### **I-2- Définition de la cartographie**

C'est une science, car ses bases sont mathématiques, notamment en ce qui concerne la détermination de la forme et des dimensions de la Terre puis le report de la surface courbe de la Terre sur un plan (la carte) grâce au système des projections et enfin l'établissement d'un canevas planimétrique et altimétrique. L'enjeu est la précision et la fiabilité de la carte. (D. Poidevin, 1999).

### **II- Généralités sur la Géomatique**

#### **II-1- Définition de la Géomatique**

La géomatique est définie comme une approche systémique, multidisciplinaire et intégrée de la sélection des instruments et des techniques appropriées pour collecter, stocker, intégrer, modéliser, d'analyser, d'extraire à volonté, de transformer, d'afficher et de distribuer des données spatialement géoréférencées provenant de différentes sources, avec des caractéristiques de précision bien définies, une continuité et dans un format numérique. (A. Gomasca , 2004).

#### **II-2- Objectifs de la Géomatique**

De façon générale, la géomatique vise à :

- Définir les bases de la référence spatiale.
- Développer et utiliser les méthodes, techniques et outils pour localiser et mesurer les différents éléments du territoire, existants ou les mettre en place.
- Intégrer ou rendre intégrables les données obtenues en fonction des systèmes de référence choisis (modélisation mathématique pour transformer un besoin du monde réel).
- Offrir des données et informations de qualité.
- Améliorer leur traitement, stockage et diffusion grâce à l'informatique.
- Analyser différents scénarios décisionnels à partir des informations obtenues en tirant profit des méthodes mathématiques d'optimisation (analyse multi variée, recherche opérationnelle) (H. Abdelillah, 2014).

### III- Généralité sur système d'information géographique (SIG)

#### III-1-Définition de SIG

Plusieurs définitions existent, certaines insistent plus sur l'aspect multimédia des SIG, d'autres sur la nature des objets traités, mais elles incluent toutes l'ensemble de ces fonctions.

On peut citer :

**Selon le Centre National d'Information Géographique (CNIG)** « Système pour saisir, stocker, vérifier, intégrer, manipuler, analyser et visualiser des données qui sont référencées spatialement à la terre. Il comprend en principe une base de données localisée et les logiciels applicatifs appropriés. Une des premières fonctions d'un S.I.G est sa capacité à intégrer des données de sources différentes ».

Le SIG peut être défini comme "un système permettant de saisir, de stocker, de vérifier, d'intégrer, de manipuler, d'analyser et d'afficher des données référencées dans l'espace. On considère normalement qu'il s'agit d'une base de données informatique à référence spatiale et un logiciel d'application approprié ». (**S. Fazel, 2008**).

#### III-2- Les composants des SIG

Selon ESRI France (**ESRI, 2018**) un Système d'Information Géographique est composé de :

❖ **Matériel** : Les SIG fonctionnent aujourd'hui sur une très large gamme d'ordinateurs des serveurs de données aux ordinateurs de bureaux connectés en réseau ou utilisés de façon autonome.

❖ **Logiciels** : Les logiciels de SIG offrent les outils et les fonctions pour stocker, analyser et afficher toutes les informations.

❖ **Utilisateurs** : Un Système d'Information Géographique (SIG) étant avant tout un outil, c'est son utilisation (et donc, son ou ses utilisateurs) qui permet d'en exploiter la quintessence. Les SIG s'adressent à une très grande communauté d'utilisateurs depuis ceux qui créent et maintiennent les systèmes, jusqu'aux personnes utilisant dans leur travail quotidien la dimension géographique. Avec l'avènement des SIG sur Internet, la communauté des utilisateurs de SIG s'agrandit de façon importante chaque jour et il est raisonnable de penser qu'à brève échéance, nous serons tous à des niveaux différents des utilisateurs de SIG.

❖ **Méthodes** : La mise en œuvre et l'exploitation d'un SIG ne peut s'envisager sans le respect de certaines règles et procédures propres à chaque organisation.

### III-3- Les données de SIG

#### ❖ Modes de données dans un SIG

On peut distinguer deux modes de représentation de l'espace le mode vecteur et le mode raster. (Z. Arabi, 2010).

##### ➤ Mode vecteur

Les limites des objets spatiaux sont décrites à travers leurs constituants élémentaires, à savoir les points, les arcs, et les arcs des polygones.

Chaque objet spatial est doté d'un identifiant qui permet de le relier à une table attributaire.

Les données vectorielles sont la plupart du temps le résultat de la numérisation manuelle ou semi-automatique. De façon générale dans les données vectorielles, on distingue les points, les lignes et les surfaces qui sont toujours représentés en couches différentes.

- **Les points** : ils définissent des localisations d'éléments séparés pour des phénomènes géographiques trop petits pour être représentés par des lignes ou des surfaces qui n'ont pas de surface réelle comme les points.

- **Les lignes** : ils représentent les formes des objets géographiques trop étroits pour être décrits par des surfaces (ex : rue ou rivières) ou des objets linéaires qui ont une longueur mais pas de surface comme les courbes de niveau.


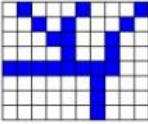
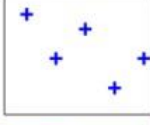
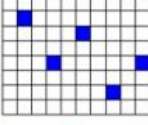

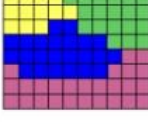
- **Les polygones** : ils représentent la forme et la localisation d'objets homogènes comme des pays, des parcelles, des types de sols....

##### ➤ Mode raster

Le mode raster reproduit de manière satisfaisante une variable à distribution continue.

La réalité est décomposée en une grille régulière et rectangulaire, organisée en lignes et en colonnes, chaque maille de cette grille ayant une intensité de gris ou une couleur.

La juxtaposition des points recrée l'apparence visuelle du plan et de chaque information.

Vecteur	Matrice ou Raster	Exemple dans la réalité
		<b>Données linéaires</b> : cours d'eau, routes,...
		<b>Données ponctuelles</b> : arbres, stations météo, points GPS,...
		<b>Données polygonales</b> : lacs, limites administratives (frontières de pays, limites de communes, etc.), parcs naturels,...

**Figure 01** : les données raster et les données vectoriel

#### IV- Généralité sur Télédétection

##### IV-1- Définition

La télédétection désigne le processus d'acquisition d'informations à distance sur un objet, une surface ou un phénomène. En particulier, la télédétection spatiale pour l'observation de la Terre désigne tout processus consistant à acquérir et enregistrer l'énergie de rayonnement électromagnétique émis et/ou réfléchi par un objet, une surface ou un phénomène appartenant à la surface ou à l'atmosphère de la Terre. Par extension, elle désigne également tout processus consistant à traiter et analyser l'information ainsi obtenue. (B. Meriam, 2006).

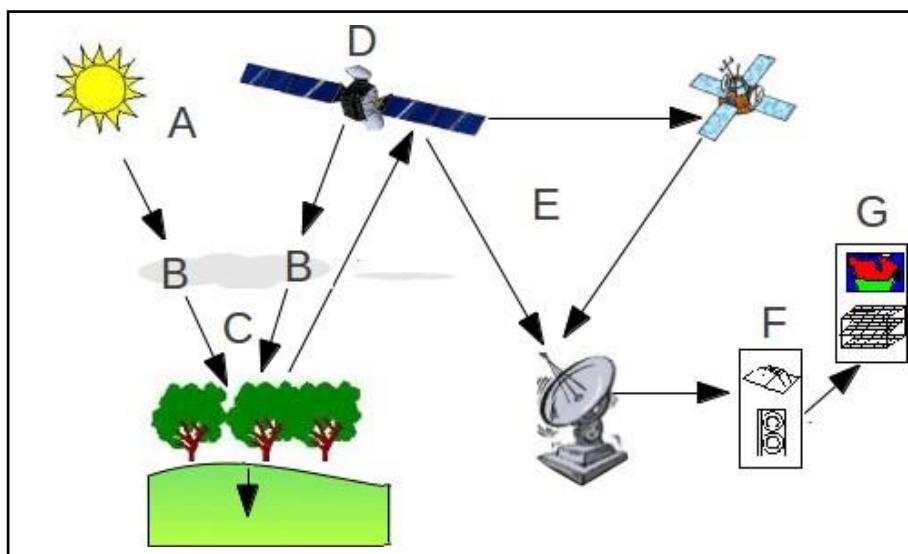
##### IV-2- Le principe de la télédétection

Un système de télédétection comprend : un vecteur (support du capteur), un ou plusieurs capteurs, et un ensemble de moyens de contrôle du système et d'exploitation des données acquises. Le principe fondamental de la télédétection est similaire à celui de la vision de l'homme. D'une manière générale, la télédétection est le fruit de l'interaction entre trois éléments fondamentaux : une source d'énergie, une cible et un capteur.(B. Abdelkader,2022).

Plus en détail, le principe de la télédétection peut être schématiser en les étapes suivant : **(B. Abdelkader,2022)**.

- A) Source d'énergie ou d'illumination.
- B) Rayonnement et atmosphère.
- C) Interaction avec la cible.
- D) Enregistrement de l'énergie par le capteur.
- E) Transmission, réception et traitement.
- F) Interprétation et analyse.
- G) Application.

Ces sept étapes couvrent le processus de la télédétection, du début à la fin.



**Figure 02 : Les différentes étapes de la télédétection (C C T, 2008)**

#### IV-3- Types de la télédétection

Il existe deux types de capteurs de télédétection :

##### ❖ Capteur passif

Les systèmes de télédétection qui utilisent l'énergie produite par le soleil sont appelés capteurs passifs. Seule l'énergie réfléchiée par la surface fournit des informations sur les caractéristiques intéressantes. La plupart des images aériennes et les données satellitaires sont collectées à l'aide de systèmes passifs. Ces systèmes ne sont pas utiles. Ces systèmes ne sont pas utiles pendant les périodes nuageuses ou extrêmement brumeuses, car presque toute l'énergie est dispersée et aucune énergie directement réfléchiée ne peut atteindre le capteur. L'énergie directement réfléchiée ne peut atteindre le capteur.

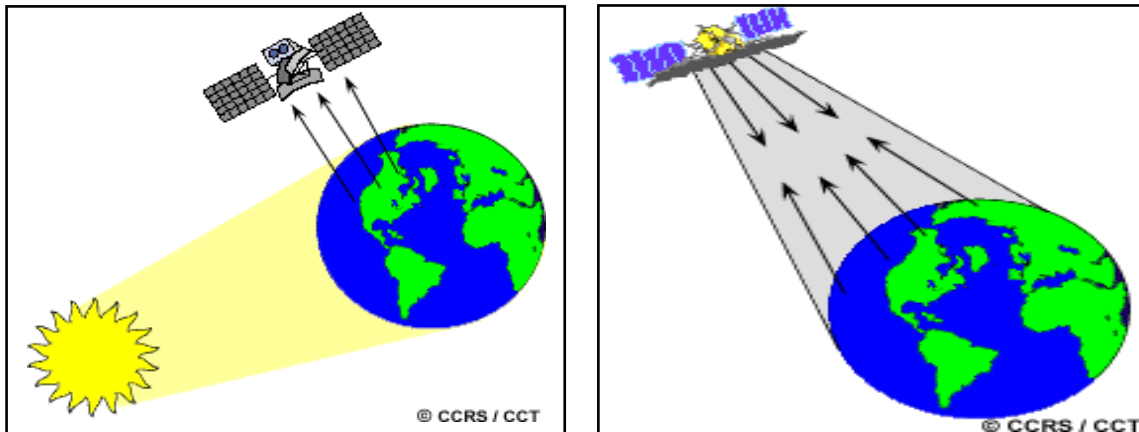
**(K. Bachir, 2022).**

❖ **Capteur Actif**

Les systèmes de télédétection active fournissent leur propre source de rayonnement électromagnétique pour éclairer la cible étudiée.

Illuminer la cible étudiée.

Le sonar détecte et mesure le rayonnement réfléchi par cette cible. (K. Bachir, 2022).



**Figure 03** : Télédétection active et télédétection passive (CCRS/CCT)

**V- Télédétection et SIG**

La Télédétection spatiale, s'appuyant sur des mesures au sol et combinée aux systèmes d'informations géographique, apporte aujourd'hui une contribution décisive aux diverses questions qui se posent en matière d'environnement, de santé, d'aménagement du territoire, d'exploitation rationnelle des ressources naturelles (Labeled et al., 2009).

La Télédétection et les SIG peuvent être des outils très complémentaires avec les méthodes conventionnelles utilisées dans la prévention et la gestion des catastrophes. Ces technologies sont d'autant plus utiles lorsqu'on dispose d'une connaissance détaillée du risque, la fréquence attendue, le caractère et l'intensité des événements dans une région, les images satellitaires donnent une vue globale et fournissent des informations très utiles sur l'environnement, pour une grande gamme d'échelles, de continents entiers aux détails de quelques mètres (B. Aissa et al, 2003).



---

*Chapitre II : Matériel et  
Méthodes*

---



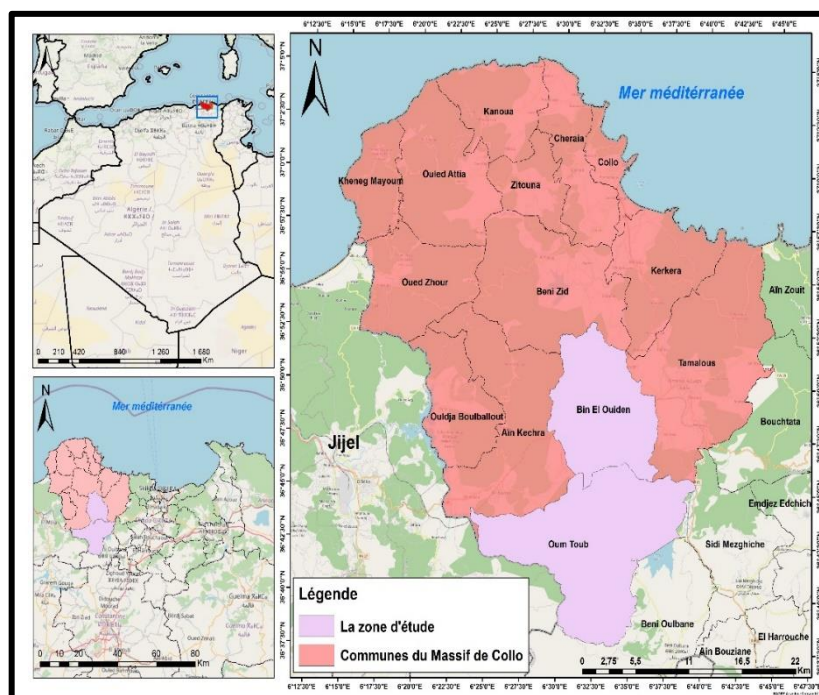
## I- Présentation de la région d'étude Bin El Ouiden -Oum Toub

### I-1- Localisation géographique

La région de Oum Toub-Bin El Ouiden est une région montagneuse et boisée, située dans Nord-ouest de la Wilaya de Skikda. Elle occupe une superficie estimée à 32100 ha.

Elle est limitée :

- **Au Nord** : Beni Zid, Kerkra
- **Au Sud** : Beni Oulbane
- **A l'Est** : Tamalous, Sidi Mezghiche
- **A l'Ouest** : Ain Kachra, Jijel



Carte 01 : La situation géographique de la région de Bin El Ouiden - Oum Toub

I-2- Aspect Climatologie

**Tableau 01** : Aspects Climatologie de la région de Bin El Ouiden et Oum Toub

Bin El Ouiden	Oum Toub
<p>La région d'étude bénéficie d'un climat tempéré chaud. Les précipitations sont plus importantes en hiver qu'en été. En moyenne la température à la région est de 17.6 C°.</p> <p>La moyenne des précipitations annuelles atteints 857 mm.</p> <p>Le mois le plus chaud de l'année est celui d'Aout avec une température moyenne de 25.9 C°.</p> <p>Avec une température moyenne de 10.6 C°, le mois de janvier est le plus froid de l'année.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Climat méditerranéen avec été chaud.</li> </ul> <p>(A. Boubrym, 2020).</p>	<p>La région est caractérisée par deux saisons différentes :</p> <p><b>La saison humide</b> : Elle se compose de deux périodes pluvieuses :</p> <p>La première période, qui est la plus longue, s'étend de janvier à avril et se distingue par une abondance de pluie.</p> <p>La deuxième période, qui reçoit moins de précipitations, s'étend de novembre à décembre.</p> <p><b>La saison sèche</b> : Elle va de mai à octobre et est la période la plus longue. Pendant cette période, la température atteint son maximum et les précipitations sont également minimales. (A. Bourabia,2016).</p>

I-3- Réseaux hydrographiques

- **Bin El Ouiden**

Bin El Ouiden est caractérisée par un réseau hydrographique dense. Nous remarquons également l'existence de nombreux cours d'eau temporaire qui prennent naissance au niveau de la plaine de Bin El Ouiden. On note que les affluents de l'Oued Bin El Ouiden, Oued Ouaida, Oued Moroua et Oued Er Kekakeb ont un débit important durant l'hiver. (A. Boubryem, 2020).

- **Oum toub**

La nature hydrographique qui caractérise la municipalité est le résultat de la géomorphologie de la région, mettant en évidence un ensemble de vallées, de ruisseaux profonds, denses et ramifiés. Certains de ces cours d'eau ont un débit permanent, tandis que d'autres sont temporaires.

La plupart d'entre eux se terminent dans le bassin de collecte du barrage de Qeunittra. (A. Bourabia,2016).

### - Ressources en eau de surface :

**A) Oued Laghzel :** Il prend sa source à partir du massif de Diar El Dibagh à la frontière sud-ouest de la municipalité avec la commune de Settara dans la wilaya de Jijel, mais il se jette dans la commune d'Ain Kechra.

**B) Oued Labiar :** Il est formé par la convergence de plusieurs oueds au nord de la municipalité et se dirige vers la commune de Beni Ouidane.

**C) Oued Ben Mira :** Il est constitué de plusieurs ruisseaux qui descendent des montagnes entourant le massif de Bni Mira et s'écoulent vers le sud-ouest en direction du barrage de Qanatir. Dans la partie centrale de la municipalité, il se dirige vers le nord jusqu'au massif de Hammam Djamel et porte le nom d'Oued Melloul.

**D) Oued Bou Lekhrif (l'Oued El Kabir) :** Il traverse les terres de la municipalité depuis la frontière sud avec la commune de Beni Ouadban et s'étend sur environ 56,6 km à l'intérieur de la municipalité. Il est considéré comme l'un des principaux cours d'eau de la région dans la partie nord-est, et il s'agit d'un oued à débit permanent avec un débit de 89,139 l/s.

**E) Oued Boualakrdous :** Il alimente le barrage de Gunitra en eau. Il est formé par la convergence de plusieurs ruisseaux avec un bassin secondaire. Sa longueur est d'environ 78,3 km.

- **Les ressources en eau souterraine :** se composent de quelques sources et puits répartis à travers la région.

Ain Lahoul, Source Bou Elmel, Source Echershare, Ain Al-Ma'zah, Ain Dardara, Ras Enchem.

- **Le barrage de Gunitra :** est situé au nord-est de la municipalité et occupe une superficie de 12,52 km<sup>2</sup>, soit 29,0 % de la superficie de la municipalité. La partie restante du barrage se trouve dans la commune de Beni Oualben. Sa capacité totale est de 125 millions de m<sup>3</sup>, et sa superficie de bassin de collecte est de 202 km<sup>2</sup>. Le barrage de Qanatir est l'une des ressources en eau les plus importantes de la région. Il est utilisé à des fins agricoles et humaines, fournissant de l'eau aux municipalités d'Oum El-Toub, Sidi Mazighich, et Beni Oualben.

Il est également utilisé pour l'irrigation des terres agricoles, notamment dans les bassins de Sefsaf et Amjaz Eddechich, d'une superficie totale de 5650 ha. En ce qui concerne les terres irriguées dans la municipalité, elles sont estimées à 139 ha. **(Bourabia Aicha ,2016).**

I-4- Aspects Géologique

Tableau 02 : Aspects Géologique de la région de Bin El Ouiden et Oum Toub

Bin El Ouiden	Oum Toub
<p><b>Les alluvions actuelles :</b>            Au sommet, ce sont des sables grossiers et graviers ; au centre, on trouve des sables à grains moyens avec une composante d'argile négligeable et à la base ce sont des sables fins.</p> <p><b>Les alluvions récentes :</b>            Elles se localisent en amont de l'Oued El Guebli, et sont formées de : galet, gravier et Cailloutis au sommet, sable grossiers, gravier fin et cailloutis à la base.</p> <p><b>Les alluvions anciennes :</b>            Formées de limons et cailloux roulés. L'épaisseur des alluvions varie le long de l'Oued Guebli et atteint une valeur maximale de 46 m au niveau de la confluence de l'Oued Mechera et l'Oued Guebli.</p> <p><b>Boudrouma H. Et M. Belabed (2022)</b></p>	<p><b>Les roches métamorphiques :</b>            Couvrent une grande partie de la municipalité et appartiennent aux formations de l'époque du Troisième Âge.</p> <p><b>Le grès :</b>            Il se trouve dans la partie orientale de la municipalité, avec quelques dépôts au centre et au sud, et à l'ouest, il fait partie des formations de l'époque du Troisième Âge.</p> <p><b>L'argile :</b>            Il se trouve dans le sud, le nord et le nord-ouest, avec peu de dépôts, et elle fait également partie des formations de l'époque du Troisième Âge.</p> <p><b>Le grès (grès) et l'argile :</b>            Ils se trouvent uniquement dans le sud et sont tous deux des dépôts de l'époque du ébacée. (Bourabia Aicha ,2016).</p>

### II- L'objectif de l'étude

Dans cette étude, nous allons essayer de mettre en œuvre les techniques de la géomatique dans le traitement des images satellites afin de réaliser la carte d'un couvert végétal de notre région d'étude (région de Bin el Ouiden - Oum Toub).

Pour mener notre étude, nous avons défini une approche qui a pour objectifs de :

- Cartographier toutes les unités de la région Bin el Ouiden- Oum Toub à partir d'un traitement des images satellitaires Landsat 5TM et 9 Oli avec le logiciel ArcGIS.
- Etudier le changement d'évolution spatiotemporelle de l'écosystème de la région de Bin el Ouiden- Oum Toub durant les années (1987, 2022).
- La caractérisation topographique réalisée par le traitement du modèle numérique du terrain (MNT) pour élaborer 3 cartes thématiques (carte des expositions, carte des pentes, carte des altitudes).
- Comprendre l'influence des caractéristiques topographiques (Altitude, Pente, exposition) sur la distribution des peuplements, d'identifier les espèces adaptées aux différents critères topographiques.

### III- Matériel utilisé

#### III-1- Les appareils

- Un microordinateur.
- Un Smartphone pour exploiter les applications géographiques (GPS).

#### III-2- Les logiciels utilisés

##### ▪ Logiciel ArcGIS :

C'est une suite de logiciels d'information géographique (ou logiciels SIG) développés par la société américaine ESRI (Environmental System Research Institute).

ArcGIS est un logiciel de cartographie SIG permettant d'exploiter un système d'information géographique. Il offre de nombreuses potentialités pour la saisie, manipulation, gestion, analyse et l'édition des données géospatiales. Différentes couches d'informations spatiales peuvent être manipulées offrant la possibilité d'analyser une ou plusieurs couches sous le contrôle des autres.

Le seul lien entre les différentes couches est le lien spatial, c'est-à-dire, l'appartenance au même espace géographique et ayant le même système de coordonnées.

Nous l'utilisons pour :

- la création, l'habillage et l'édition des cartes.
- la détection de changement entre les différentes images satellitaires.
- découpage de la zone d'étude.
- **Microsoft Excel** : pour calculer et faire les statistiques.
- **Google Earth Pro** :

Google Earth Pro est un logiciel ouvert qui, bien qu'il ne soit pas un vrai SIG, permet la visualisation, l'évaluation, la superposition et la création de données géo spatiales. Cette ressource conviviale est souvent un intermédiaire utile pour les apprenants qui souhaitent en savoir plus sur les SIG et qui veulent commencer avec des processus et des outils de base. Google Earth Pro peut également être utilisé pour visualiser des images satellite à très haute résolution, télécharger des données géo spatiales dans son format de fichier natif interopérable (KML), et aussi pour la localisation.

#### IV- La méthodologie du travail

##### IV-1- Acquisition des données utilisées

##### IV-1-1- Les images satellitaires

Une image de télédétection est une image numérique représentant une scène observée par les capteurs d'un satellite. Les images numériques sont composées d'éléments d'image appelés pixels situés à l'intersection de chaque ligne et colonne d'une image. **(K. Labed, 2018)**.

L'interface utilisateur Earth Explorer est un outil de recherche, de découverte et de commande en ligne développé par l'United States Geological Survey (USGS). Earth Explorer prend en charge la recherche de satellites, d'avions et d'autres inventaires de télédétection grâce à des capacités d'interrogation textuelles et interactives. Grâce à l'interface, les utilisateurs peuvent identifier les zones de recherche, les jeux de données et afficher les métadonnées, parcourir et services visuels intégrés dans l'interface.

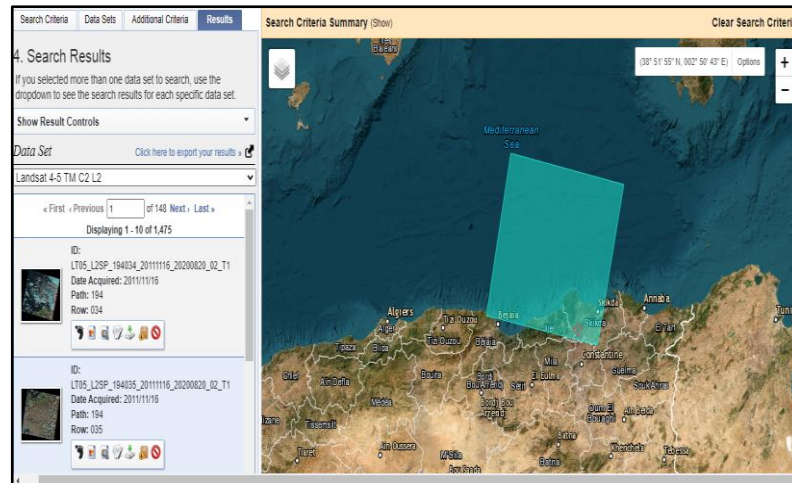


Figure 04 : Téléchargement de l'image Landsat depuis le site Earth explorer.

Source : <https://earthexplorer.usgs.gov/>

#### IV-2- Les satellites Landsat et leurs capteurs

Le suivi de la dynamique de l'occupation des terres dans la région de Oum Toum et Bin el Ouiden a été mis en place à partir des images satellitaires issues du satellite à moyenne résolution spatiale (30 mètres) « Landsat ». En effet, ce dernier permet de bénéficier d'un large corpus de données disponibles gratuitement à la disposition du public sur Internet (<http://earthexplorer.usgs.gov>) de la USGS, les bandes empilées et ré-projetées automatiquement à la projection WGS 84 Universel Transverse Mercator (UTM) zone 32 Nord, ce qui facilite l'acquisition et l'utilisation de grands volumes d'images multi-temporelles pour la surveillance de l'évolution de l'occupation des terres.

Nous avons travaillé sur des images issues de 2 capteurs de la série Landsat TM, et OLI dont les caractéristiques sont résumées dans les Tableaux suivant (1) et (2) :

##### IV-2-1 Les satellites LANDSAT

Les Landsat sont des satellites d'observation et d'études des ressources de la terre de la NASA.

Le premier a été lancé en 1972, le second en 1974 et le troisième en 1978. 8.- Ces satellites pèsent approximativement 953 kg et mesurent 3 m de haut. Ils se trouvent à environ 920 km d'altitude, ont une orbite polaire et circulaire et héliosynchrone et parcourent leur orbite en 103 minutes et font 14 fois le tour de la terre. Il y a au cours d'une révolution un décalage de 1°5' vers l'ouest entre deux orbites. Chaque révolution a un cycle de 18 jours. (Y. Balde, 1979).

##### ➤ Landsat TM 5 (Thématique Mapper)

Le 1er mars 1984, la NASA a lancé Landsat 5, le dernier satellite Landsat initialement prévu par l'agence. Thématique été conçu et construit en même temps que Landsat 4 et transportait la même charge utile : le système de balayage multispectral (MSS) et les instruments de cartographie

thématique (TM).

Ce type de capteur est constitué de larges bandes passantes avec une résolution de 30 mètres pour les bandes. De 1 à 5 et 7. Quant à la précision de la portée 6 (infrarouge thermique), elle est de 120 mètres, mais il est remodelé à 30 mètres. Et la taille de la scène approximative est de 170 kilomètres du nord au sud et mesure 183 km d'est en ouest (106 m environ 114 mille).

(R.Nofal, 2018).

**Tableau 03** : Caractéristiques des bandes spectrales de Landsat TM 5

<b>Bandes</b>	<b>Domaines Spectral (µm)</b>	<b>Résolution</b>	<b>Application</b>
<b>TM 1</b>	0,45 - 0,52 (bleu)	<b>30 m</b>	Différenciation sol/végétaux, zones côtières
<b>TM 2</b>	0,52 - 0,60 (vert)	<b>30 m</b>	Végétation
<b>TM 3</b>	0,63 - 0,69 (rouge)	<b>30 m</b>	Différenciation des espèces végétales
<b>TM 4</b>	0,76 - 0,90 (proche IR)	<b>30 m</b>	Biomasse
<b>TM 5</b>	1,55 - 1,75	<b>30 m</b>	Différenciation neige/nuage
<b>TM 6</b>	10,4 - 12,5	<b>120 m</b>	Thermique
<b>TM 7</b>	2,08 - 2,35	<b>30 m</b>	Lithologie

Source : E.Tir, 2016.

➤ **Landsat OLI 9**

Lancé en septembre 2021 dans le cadre d'une collaboration entre National Aeronautics and Space Administration (NASA) et United States Geological Survey (USGS).

Landsat-9 poursuit le programme Landsat de surveillance, de compréhension et de gestion des ressources terrestres essentielles au maintien de la vie humaine. Les objectifs de la mission Landsat-9 comprennent la collecte et l'archivage de données multispectrales à résolution modérée, qui seront mises gratuitement à la disposition des utilisateurs du monde entier.

Le capteur OLI-2 collecte des données d'image dans neuf bandes spectrales sur une fauchée de 185 km avec une distance maximale d'échantillonnage au sol (GSD), à la fois sur la trajectoire et en travers de la trajectoire, de 30 mètres (m) (98 pieds). Pour toutes les bandes, à l'exception de la bande panchromatique. (K. Saylar, 2022).

**Tableau 04** : Caractéristiques des bandes spectrales de Landsat OLI9

<b>Bandes</b>	<b>Wavelength (micromètres)</b>	<b>Résolution (mètres)</b>
Band 1 - Coastal aérosol	<b>0.43-0.45</b>	<b>30</b>
Band 2 – Bleu	<b>0.45-0.51</b>	<b>30</b>
Band 3 – Green	<b>0.53-0.59</b>	<b>30</b>
Band 4 – Red	<b>0.64-0.67</b>	<b>30</b>
Band 5 - Near Infrared (NIR)	<b>0.85-0.88</b>	<b>30</b>
Band 6 - Shortwave Infrared (SWIR) 1	<b>1.57-1.65</b>	<b>30</b>
Band 7 - Shortwave Infrared (SWIR) 2	<b>2.11-2.29</b>	<b>30</b>
Band 8- Panchromatic	<b>0.50-0.68</b>	<b>15</b>
Band 9- Cirrus	<b>1.36-1.38</b>	<b>30</b>
Band 10- Thermal Infrared (TIRS) 1	<b>10.6-11.19</b>	<b>100</b>
Band 11- Thermal Infrared (TIRS) 2	<b>11.50-12.51</b>	<b>100</b>

Source : [https://d9-wret.s3.us-west-2.amazonaws.com/assets/palladium/production/s3fs-public/media/images/Common%20Landsat%20Band%20Combos\\_50.png](https://d9-wret.s3.us-west-2.amazonaws.com/assets/palladium/production/s3fs-public/media/images/Common%20Landsat%20Band%20Combos_50.png)

### **IV-3- Traitement des données satellitaire**

#### **IV-3-1- Prétraitement**

Les opérations de prétraitement se divisent en plusieurs opérations qui permettent de préparer les images pour l'analyse principale et l'extraction de l'information.

##### **IV-3-1-1- Assemblages des bandes (composites bands)**

Est une représentation de l'image en « couleurs naturelles »

- Ne peut être réalisée que si l'image satellite possède les bandes spectrales du Rouge, Vert et Bleu. Aux 3 canaux RGB (Red, Green, Blue) de l'ordinateur sont associées les bandes spectrales de l'image satellite correspondant aux longueurs d'onde du rouge, vert et bleu.

L'information apportée par un seul canal ne peut pas toujours donner un détail satisfaisant, le principe consiste à utiliser trois canaux dans une même image ; à chaque canal une couleur différente, la superposition de ces images donne une nouvelle image appelée composition colorée. La composition colorée obtenue par synthèse additive des lumières colorées (système Rouge – Vert – Bleu). En sachant que ces trois couleurs fondamentales correspondent à trois valeurs numériques pour chaque pixel.

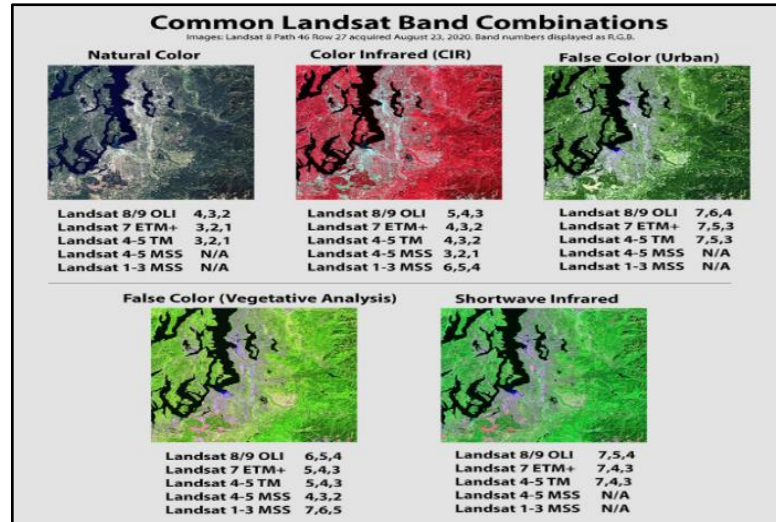


Figure 05 : Les différences dans la composition des bandes entre les Landsat

✓ Pour réaliser cette étape on utilise l’outil « Composit band » du ArcToolbox

Arc Toolbox > data Management Tools > Raster > Raster Processing > Composit Bands

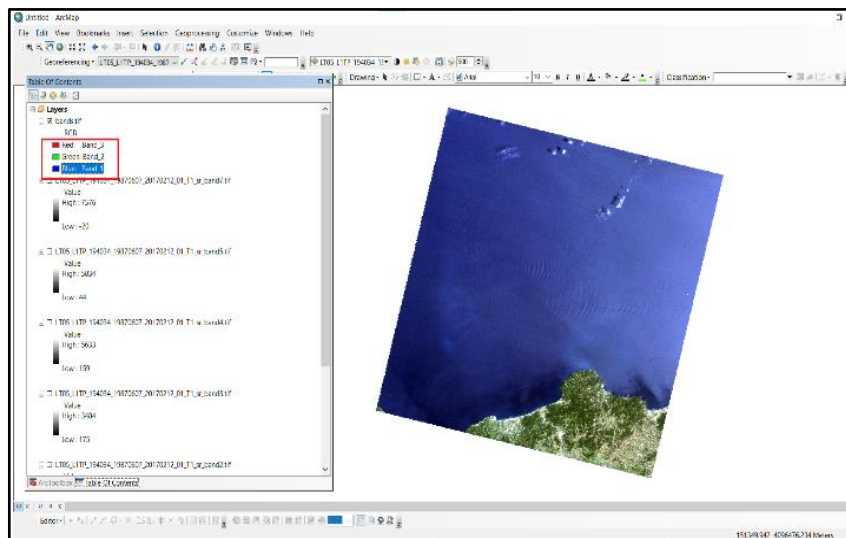


Figure 06 : Illustration d’assemblage des bandes

#### IV-3-1-2- Découpages des images satellitaires selon la région d’étude

Après avoir assemblé les scènes et l’image résultante, nous coupons le long des limites de la région étudiée. Le but de cette étape est de supprimer les zones qui ne sont pas intégrées dans la région d’étude, Cette étape est effectuée à l’aide de l’outil Raster Clip dans ArcToolbox.

Arc Toolbox > data Management Tools > Raster > Raster Processing > Clip

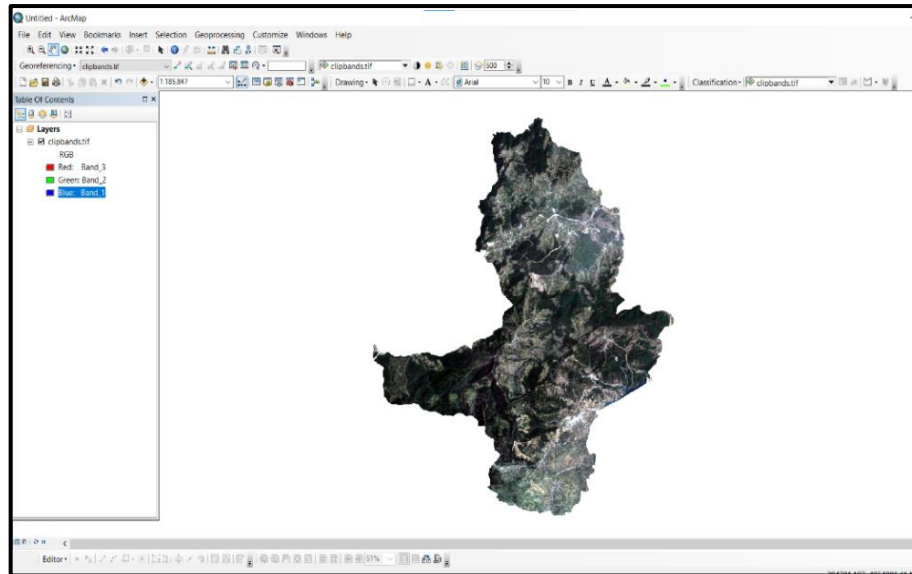


Figure 07 : Illustration de découpage de l'image satellitaire

### IV-3-2- Classification d'images

Le traitement d'image est l'ensemble des opérations qui ont pour le but de modifier les images ou d'en extraire des informations.

#### IV-3-2-1- La classification

La classification est un processus de reconnaissance des formes. En télédétection, elle consiste à effectuer la correspondance entre les éléments d'une scène de l'image matérialisés généralement par leurs valeurs radiométriques, et des classes connues a priori ou non par un utilisateur.

La correspondance est réalisée par des fonctions discriminantes sous forme de règle de décision telle que le "maximum de vraisemblance" des probabilités, ou des distances géométriques.

(D. Ducrot, 2005).

Les méthodes de classification les plus communes peuvent être séparées en deux grandes catégories : les méthodes de classification supervisée et les méthodes de classification non supervisée.

#### ✓ Classification Supervise

Pour une classification supervisée des images satellitaires, une étape préliminaire d'extraction d'échantillons d'entraînement des classes est nécessaire. Le principe est de rechercher des zones homogènes dans l'image, de les regrouper par les méthodes de classification hiérarchique pour obtenir les classes d'apprentissage et de procéder par la suite à une classification supervisée d'images. (N. Ourab et all, 1999).

Une classification supervisée commence donc par l'identification des classes d'information qui sont ensuite utilisées pour définir les classes spectrales qui les représentent.

On choisit d'utiliser l'algorithme **Maximum Likelihood** (Maximum de vraisemblance) pour la classification supervisée sur l'ensemble de la région d'étude.

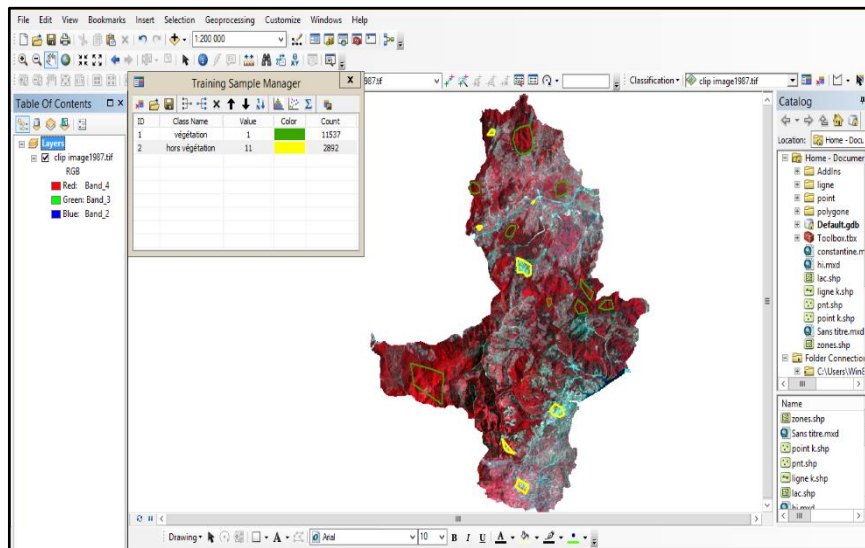


Figure 08 : Illustration de La classification supervisée

Après la Combinaison des échantillons d'apprentissage sélectionnés dans un seul échantillon d'apprentissage multi-parties, nous allons avoir :

✓ **Classification non-supervisée**

Le principe de la classification non-supervisée est d'attribuer automatiquement chaque pixel à une classe suivant sa signature spectrale. L'algorithme le plus utilisé est le cluster ISODATA. Cet algorithme utilise de multiples itérations. (M. Hadjadj, 2011)

La classification non supervisée procède de façon contraire. Les classes spectrales sont formées en fonction du classificateur d'agrégats ISO, basées sur l'information numérique des données seulement. Les pixels sont rassemblés en classes en fonction de leurs caractéristiques spectrales et spatiales.

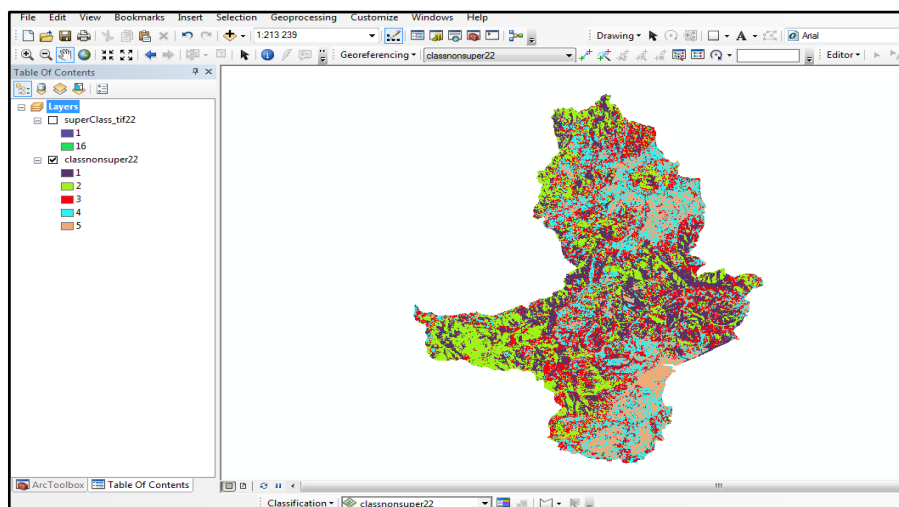


Figure 09 : Illustration de La classification non supervisée

## V- Détection du changement

Le processus d'identification des différences d'état d'un objet ou d'un phénomène en l'observant à des moments différents ». Ce processus est généralement appliqué aux changements de surface de la Terre à deux reprises ou plus. (F. Ghazouani, 2018).

Nous avons fait Le croisement de deux cartes de couvert végétal correspondant aux années 1987-2022 par l'outils du géo traitement Intersecte pour déterminer l'étendue des changements apportés.

### V-1- Edition des peuplements forestiers

La carte des peuplements a été effectuée par des images de très haute résolution de Google Earth et la démarche consiste à crée un fichier de forme shapefile et de dessiner les plages cartographiques de chaque types peuplements.

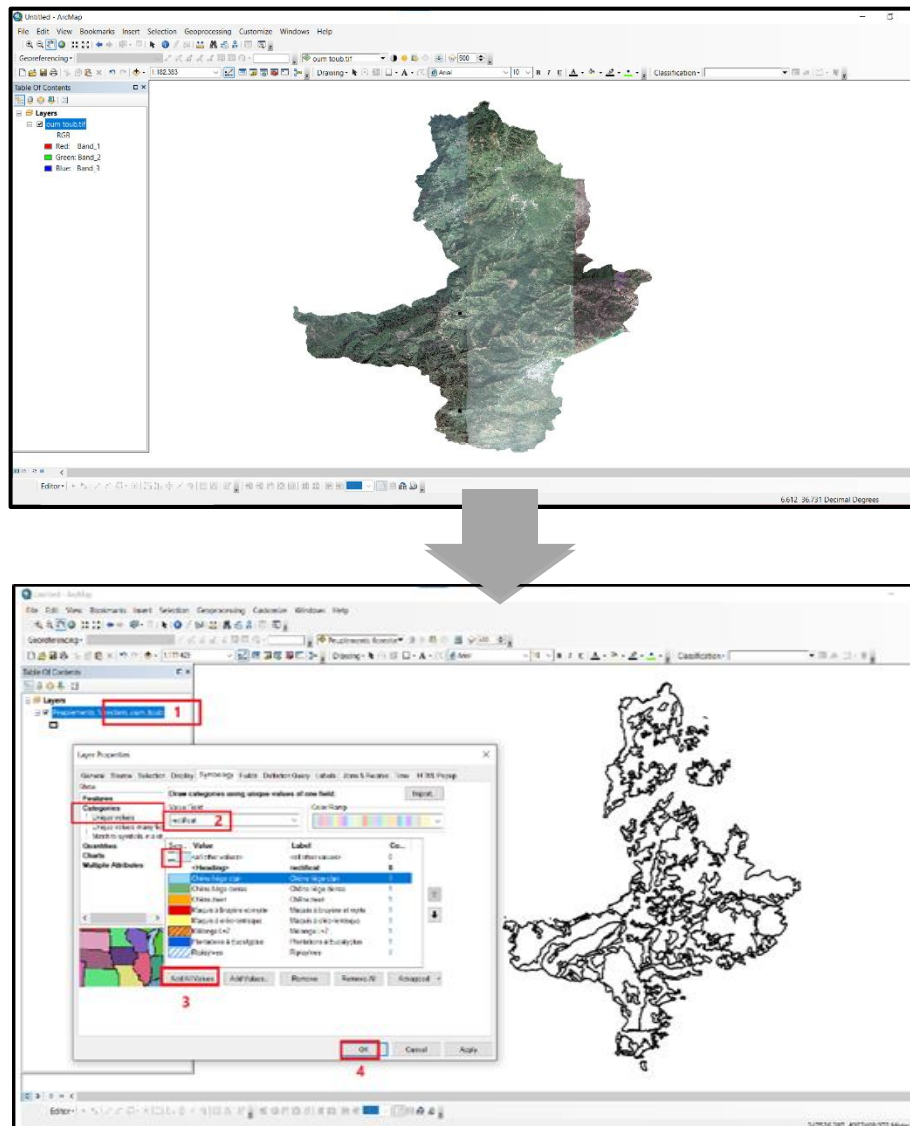


Figure 10 : Illustration de la réalisation de la carte des peuplements forestiers

## VI- L'analyse topographique de la région d'étude

La caractérisation topographique de la région d'étude est basée sur le traitement du Model numérique du terrain (MNT) de la région d'étude.

Le Modèle Numérique de Terrain (MNT) est un terme générique couvrant les données numériques de la topographie (altimétrie pour les secteurs émergés ou bathymétrie pour les secteurs submergés) d'une zone terrestre ou d'une planète tellurique, dans toutes les formes adaptées à son utilisation par un calculateur numérique (ordinateur), ainsi que par toutes les méthodologies possibles. (A. Laabidi et all, 2016).

A partir du MNT, il est possible de tirer de nombreuses informations. Selon la méthodologie d'approche les plans à dériver sont : carte des pentes, carte d'exposition, carte d'altitude, carte hypsométrique etc.

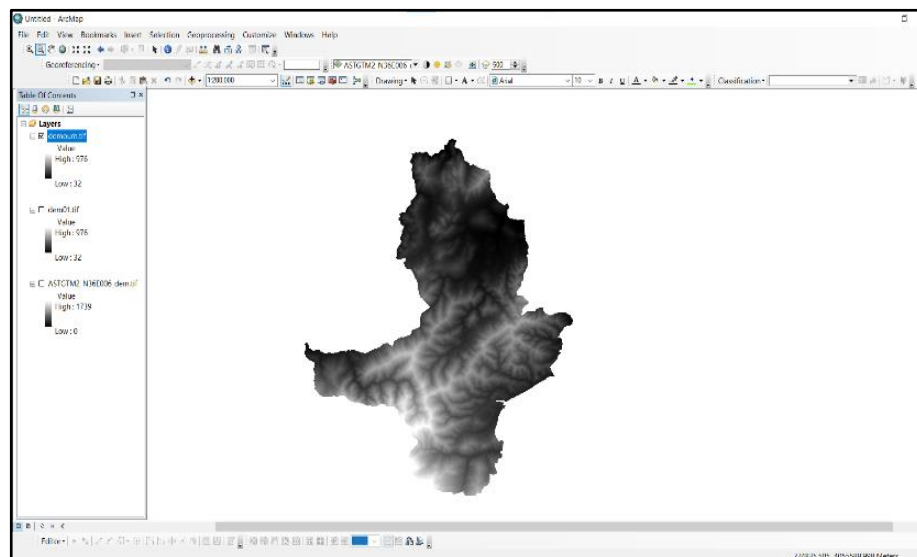


Figure 11 : model numérique du terrain MNT

### VI-1- Cartes dérivées du MNT

La réalisation des cartes topographie (les expositions, les altitudes, les pentes) à partir d'un MNT dans le logiciel ArcGIS est à partir l'outil «Surface» de l'ArcToolbox .

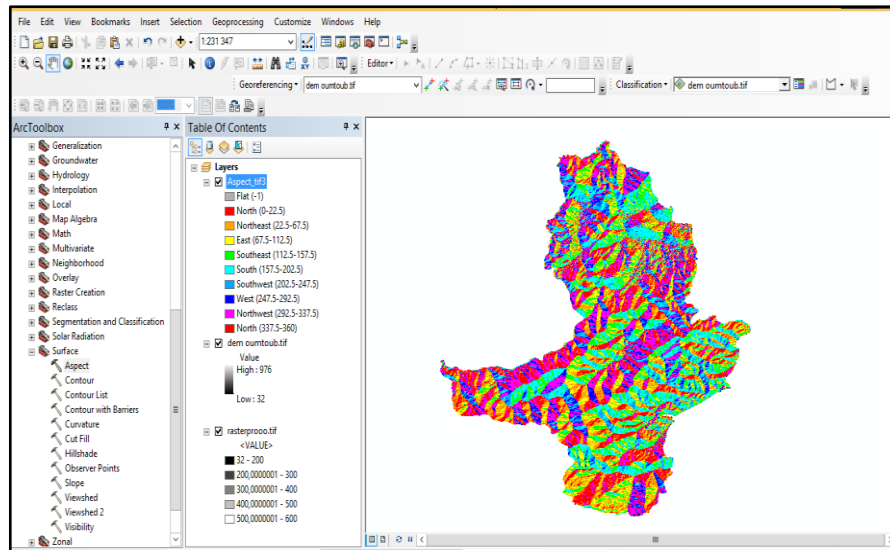


Figure 12 : Illustration de la réalisation de la carte des expositions

## VII- La relation entre les cartes topographie (exposition, pente, altitude)

Pour effectuer l'intersection entre une carte thématique et une carte des peuplements dans le logiciel ArcGIS, On utilise l'outil **Intersect** de **geoprocessing**.

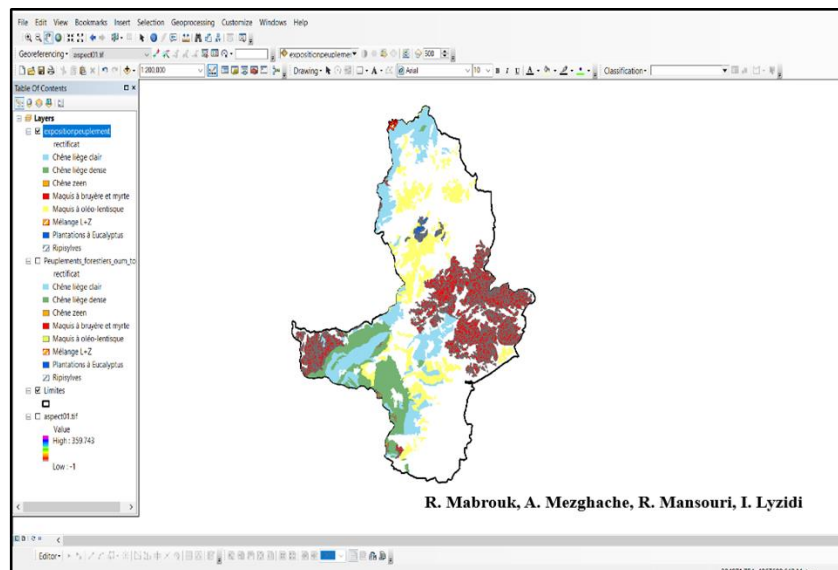


Figure 13 : Illustration de L'intersection entre la carte des pentes et la carte des peuplements forestiers

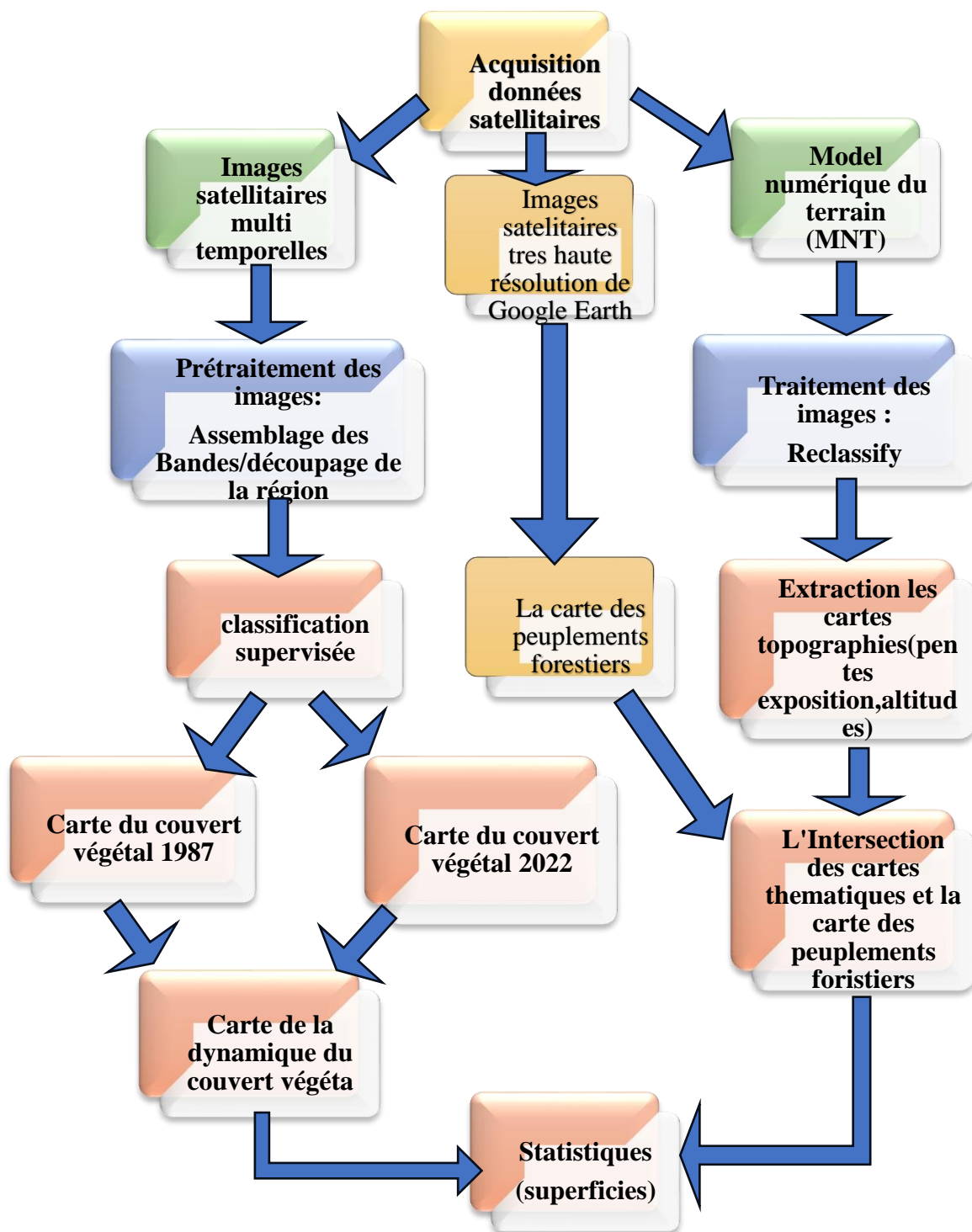
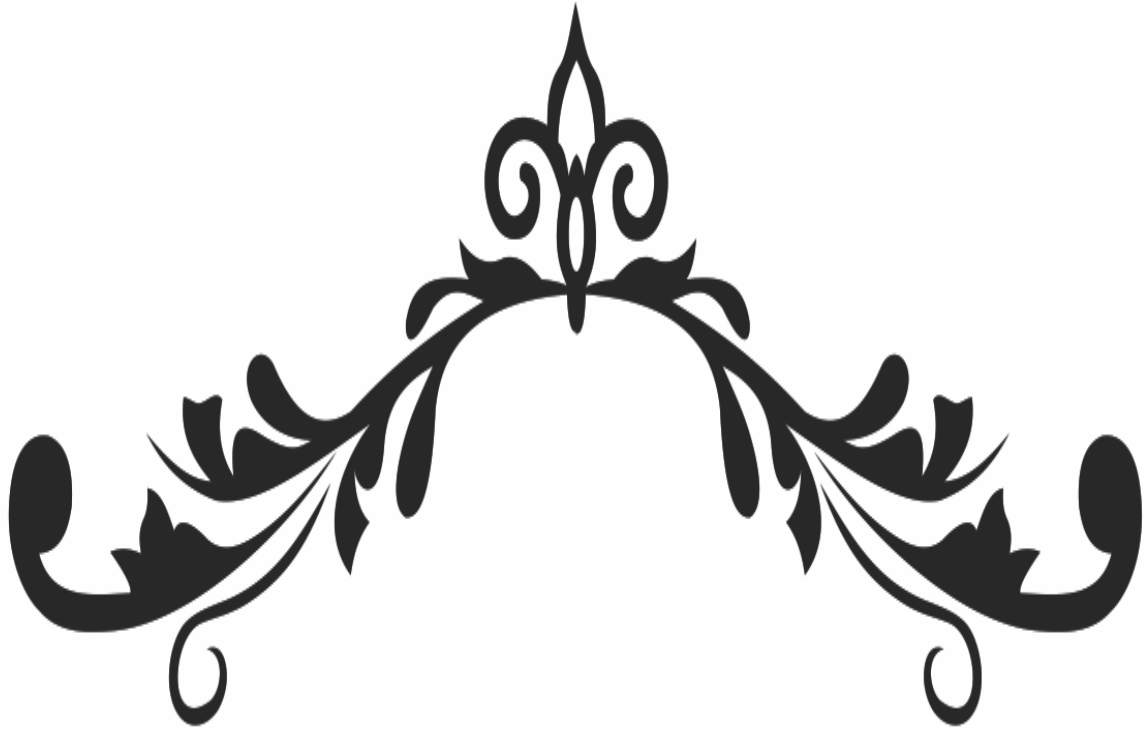


Figure14 : Organigramme de la démarche méthodologique.



---

## **Chapitre III : Résultats et discussion**

---



## I- Résultats du traitement des données

### I-1- Résultats de prétraitement des images Satellitaires

Les résultats des prétraitements (Assemblage des bands et Découpage) effectués sur les images satellitaire Landsat TM5 et Oli9, ont données les figures 15 et 16 de la région de Bin El Ouiden-Oum dans les années 1987 et 2022 .

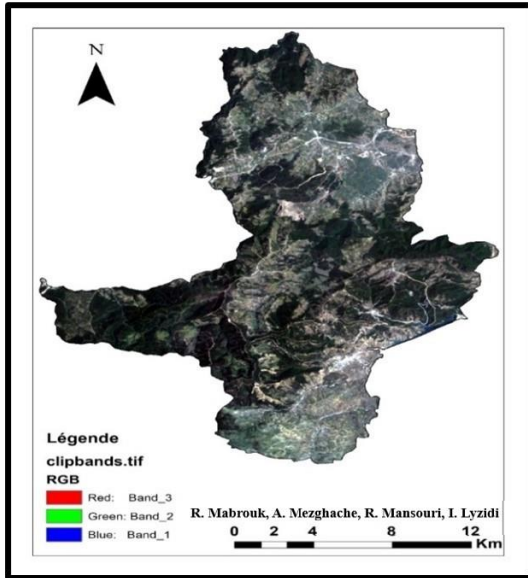


Figure 15 :la carte de la region en 1987

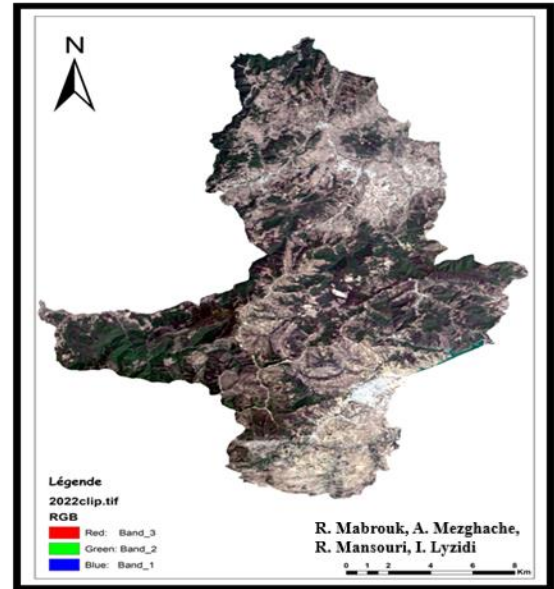


Figure 16 :la carte de la region en 2022

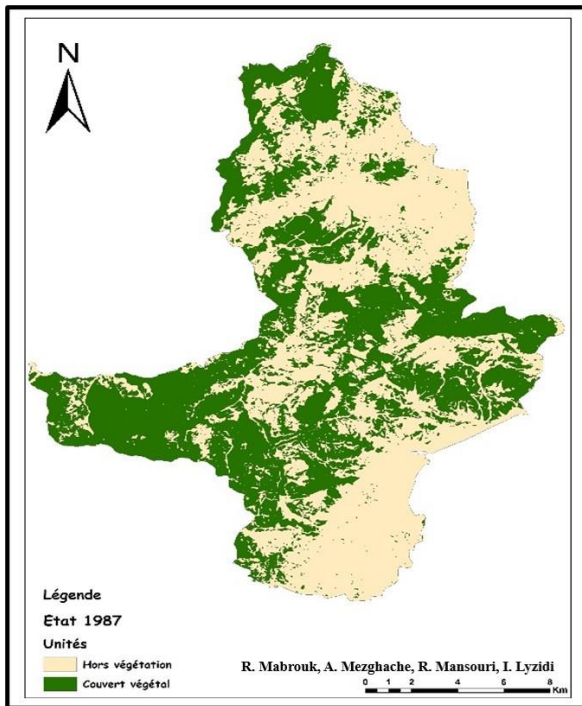
Source : ( M.Rahma, M.Rania, M.Aasma, L.Ikram)

### I-2- Résultats de la classification supervisée des images satellitaires

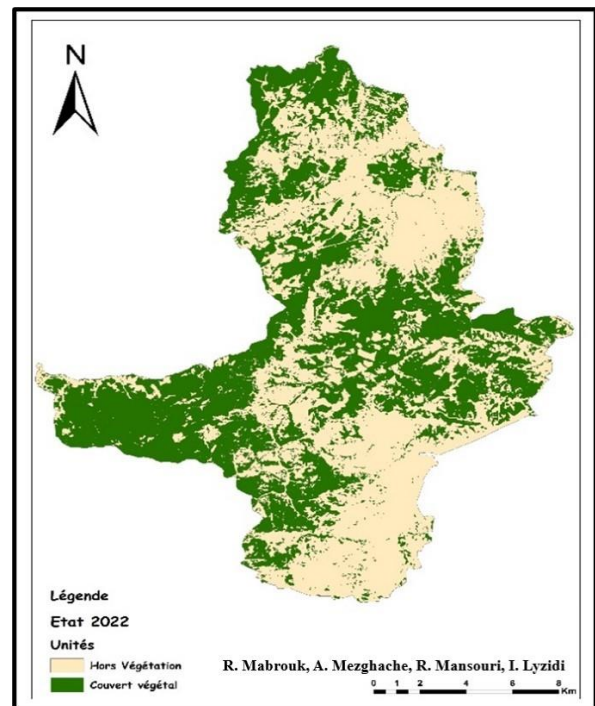
Dans le but de la caractérisation cartographique du couvert végétale dans la région de Bin El Ouiden- Oum Toub , nous avons retenus 2 classes d'occupations du sol :

- **Classe 1** : Couvert végétal qui englobe tous types de végétation forestières (Foret, maquis et broussailles).
- **Classe2** :Hors végétation qui englobe le reste des unités (Sol cultivé, Sol nu, Bâti,...).

Le traitement des images satellitaires TM5 et Oli9 de la region d'étude des années 1987, 2022. à donner respectivement les cartes( 02,03)de l'état du couvert végétal de la région d'étude.



Carte 02 : Carte du couvert végétal en 1987 .

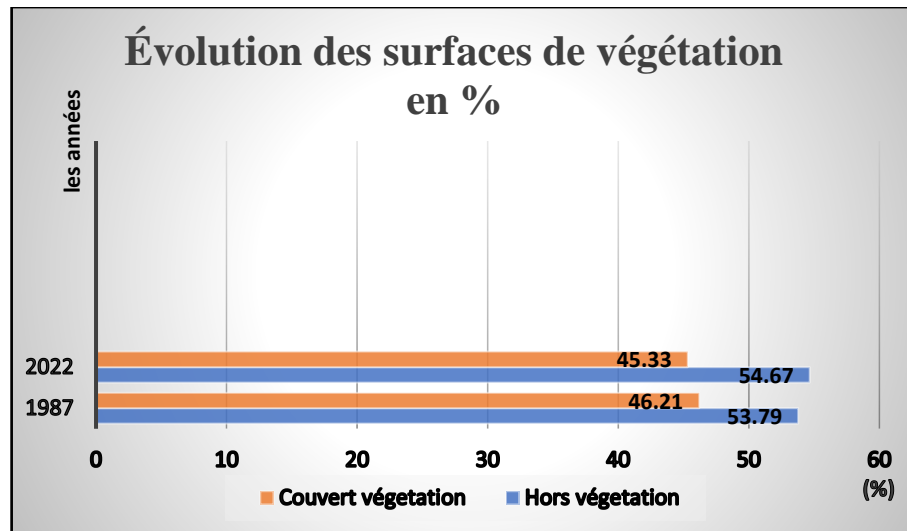


Carte 03 : Carte du couvert végétal en 2022.

Le traitement statistique des cartes, a permis d'obtenir les superficies des deux unités pour chaque année. Le résultat de ce traitement est présenté par le **tableau 05**.

**Tableau 05:** Répartition des surfaces Couvert végétal /Hors végétation en 1987 et en 2022

Les années	1987		2022	
	Sup en (ha)	Sup en (%)	Sup en (ha)	Sup en (%)
<b>Hors végétation</b>	15363.54	53.79	15615.23	54.67
<b>Couvert végétal</b>	13197.12	46.21	12945.43	45.33
<b>Total</b>	28560.67	100	28560.67	100



**Figure 17 :** Représentation graphique de l'évaluation des surfaces de végétation

D'après le **tableau 05** et la **figure 17**, l'analyse des résultats montre qu'en 1987 et 2022 les superficies totales des deux années sont enregistrées de **28 560,67 ha** à **28 560,67 ha**, ce qui indique une relative stabilité dans la couverture terrestre globale. En 1987, la végétation représentait **46,21%** de la superficie totale, tandis que les zones dépourvues de végétation représentaient **53,79%**. En 2022, ces proportions sont passées à **45,33%** pour la végétation et à **54,67%** pour les zones dépourvues de végétation. Cela suggère une diminution légère mais notable de la couverture végétale, tandis que les zones sans végétation ont connu une augmentation correspondante estimée de **0,88%**.

## II- Détection des changements de la végétation entre 1987 et 2022

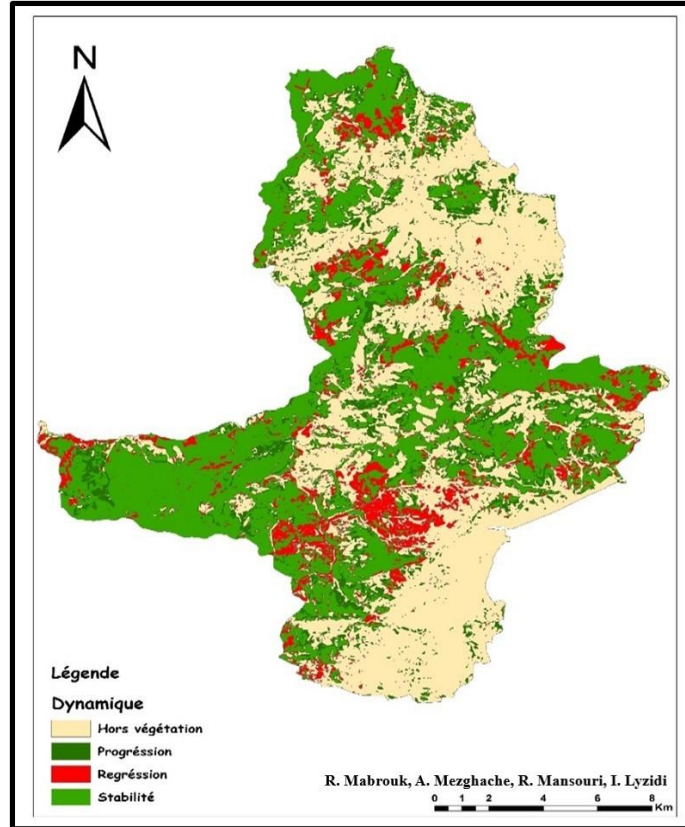
Sur la base des cartes d'occupation du sol par la végétation de 1987 et 2022 nous avons produit la carte dynamique de la végétation pour les périodes binaires 1987- 2022.

On entend par « dynamisme de la végétation » les modifications et transformations survenues ou pouvant encore se manifester au sens de la végétation, transformations soit naturelles, soit dues à l'homme, tant dans le sens progressif (évolution) que dans les sens régressif (dégradations) (**Guinochet, 1955. Saidi, 1984**). Cette dynamique peut être soit :

- Une progression pour les zones où la végétation s'est développée.
- Une régression pour les zones où la végétation a subi une dégradation.
- Une stabilité pour les zones n'ayant subi aucun changement.

**II-1- La Dynamique de la Vegetation dans notre region d'étude**

Pour comprendre l'évolution de la couverture végétale entre 1987 et 2022 et d'identifier les modifications qui ont dans la région d'étude au fil du temps on a réalisé une carte qui représente l'aspect de la dynamique de la végétation dans la zone d'étude durant 35 ans.



**Carte 04** : Dynamique de la végétation.

Après un traitement statistique, des résultats sont obtenus dans le tableau suivant (**tableau 06**) :

**Tableau 06** : Bilan des changements de la végétation entre 1987 et 2022

Evolution	1987-2022	
	Superficie en(ha)	Superficie en (%)
<b>Hors végétation</b>	12495.80	43.75
<b>Stabilité</b>	10077.69	35.29
<b>Progression</b>	+ 2867.74	+10.04
<b>Régression</b>	- 3119.44	- 10.92
<b>Bilan</b>	-251.7	- 0.88
<b>Bilan Annuelle (ha/An)</b>	7.19	0.02

D'après Le bilan on observe que Durant les 35 ans, de 1987 à 2022, le couvert végétal de la région Bin El Ouiden - Oum Toub, a gagné une superficie de 10.04% due aux efforts de reboisement qui signifie une reconstitution du couvert forestier par des moyens naturels ou artificiels, tels la planification et l'ensemencement (Qifq,2003), et la régénération naturelle qui est un facteur essentiel de la progression naturelle dans les écosystèmes. Car elle permet le renouvellement des peuplements par ses propres graines d'une manière naturelle sans l'intervention d'un autre agent artificiel. La régénération ou le renouvellement de la forêt a d'ailleurs été reconnue comme une partie fondamentale de la gestion durable des forêts. (N. Joseph, 2020). Après une perturbation naturelle ou anthropique, la surface affectée se reconstitue progressivement en passant par des phases successives d'évolution dites phases sylvigénétiques (Oldeman,1990).

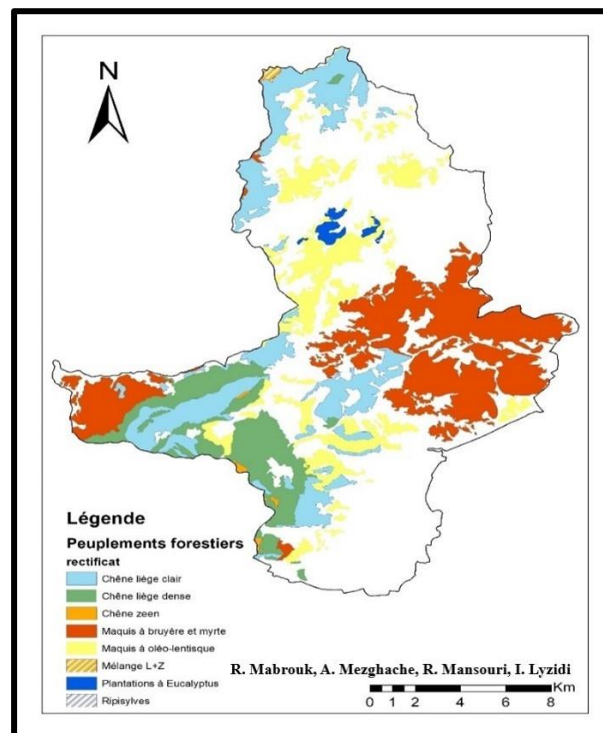
Face à cette progression, et durant la même période la régression est estimée à 10.92%. Les zones de stabilité de la végétation sont majoritaires avec une superficie de 10077.69 ha, à la fin il y a 12495.80 ha d'hors végétation. Cela est dû à plusieurs facteur d'influence, notamment : le surpâturage qui est un impact sur la végétation important aussi bien sur le plan qualitatif que quantitatif. Sur le plan qualitatif, les bonnes espèces palatables sont consommées avant d'avoir eu le temps de former des repousses pour les saisons à venir et elles disparaissent totalement en laissant la place à des espèces non palatables. Sur le plan quantitatif, le surpâturage provoque une diminution du couvert végétal pérenne qui voit sa densité diminuée avec le temps. (B. Fatima,2011). Le défrichage aussi est une action de destruction totale et irrémédiable de la végétation en place, une disparition définitive de l'état boisé pour un autre usage, essentiellement pour satisfaire en terrain les besoins de l'agriculture et de l'élevage que tous les défrichements opérés à l'intérieur des formations végétales. (B. Karima, 2020).

Ainsi que les incendies, Le passage d'un incendie de forêt perturbe le milieu naturel à plusieurs échelles comme Le sol peut être touché plus ou moins profondément avec apparition de risques d'érosion et destruction de la faune qu'il abrite. Les arbres constituant le peuplement forestier peuvent être atteints au niveau du feuillage, des troncs ou des racines, ce qui les rend ainsi sensibles aux attaques parasitaires. L'intensité et la fréquence des feux influent sur la dynamique de reconstitution de la végétation. (B. Souad, 2012).

### III- La cartographie des peuplements forestiers :

Les peuplements forestiers sont des peuplements composés par des essences forestières endémiques ou indigènes.

la carte des peuplements forestiers a été élaborée après l'assemblage des différentes couches thématiques à partir des images satellitaires de très hautes résolution de Google Earth et l'image Sattelitaire



**Carte 05** : la carte des peuplements forestiers de la région de Bin El ouiden-Oum Toub .

Une analyse statistique a été réalisée afin de déterminer les différentes superficies des peuplements forestiers dans la région d'étude. Les résultats obtenus ont été consignés dans le **tableau 07** et représentés graphiquement dans **la figure 18** .

Tableau 07: Tableau des types des peuplement forestiers dans la region de l'étude

Peuplement forestier	Superficie en (Ha)	Pourcentage (%)
Maquis à bruyère et myrte	5222.93	36.09
Chêne liège clair	3615.53	24.98
Maquis à oléo-lentisque	3108.04	21.48
Chêne liège dense	2245.48	15.52
Plantations à Eucalyptus	185.42	1.28
Chêne zeen	53.40	0.37
Mélange L+Z	40.97	0.28
Ripisylves	0.02	0.00

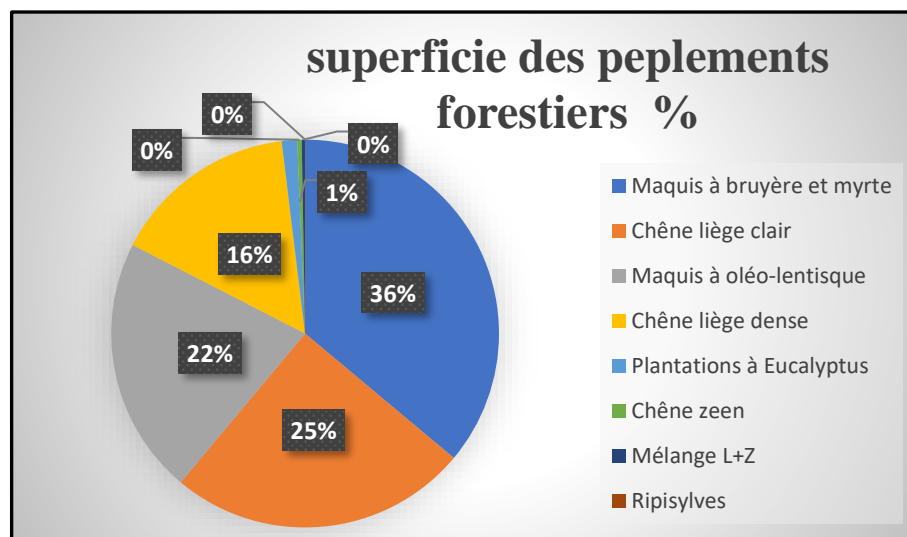


Figure 18: diagramme des types des peuplements forestiers dans la région étudié .

D'après l'analyse statistique menée, il ressort que les peuplements forestiers naturels occupent la majeure partie de la region d'étude, représentant **45,08 %** de sa superficie totale.

Parmi les différentes essences forestières présentes :

- **chêne Liege :**

La subéraie ce sont des forêts acidophiles des étages semi-aride , sub-humide , humide et thermophiles (T°moyenne comprise entre 14°-17°c) et peu Xérophiles , exigeant au moins 60 % d'humidité relative de l'aire pendent les mois secs et 550 mm de pluviométrie annuelle. Il represent 40.5 % de la superficie forestiers .

- **Chêne zéen :**

Les zénaies sont des forêts sciaphiles denses et hautes des montagnes humide et nuageuses et se situent à des altitudes comprises entre 1000 et 1600 m dans l'étage bioclimatique humide

(pluviosité de 800 mm en moyenne ) , sous forte humidité atmosphérique, et sur sols profonds perméables ,acides ou calcaires on rencontre cette forêt au-dessus de la subéraie ou en mélange avec elle. il occupe 0.37 % de la superficie forestier .

- **Les ripisylves :**

Les ripisylve sont des formations végétales qui développent sur les bords des cours d'eau ou des plans d'eau situés dans la zone frontière entre l'eau et la terre (écotones).

- **Les maquis :**

Formation végétale, xérique, dense et fermé, difficilement pénétrable, à cause des espèces ligneuses basses (ciste, Erica arborea...). Avec 57.57% de la superficie forestier.

Leur composition floristique se résume aux espèces suivant :

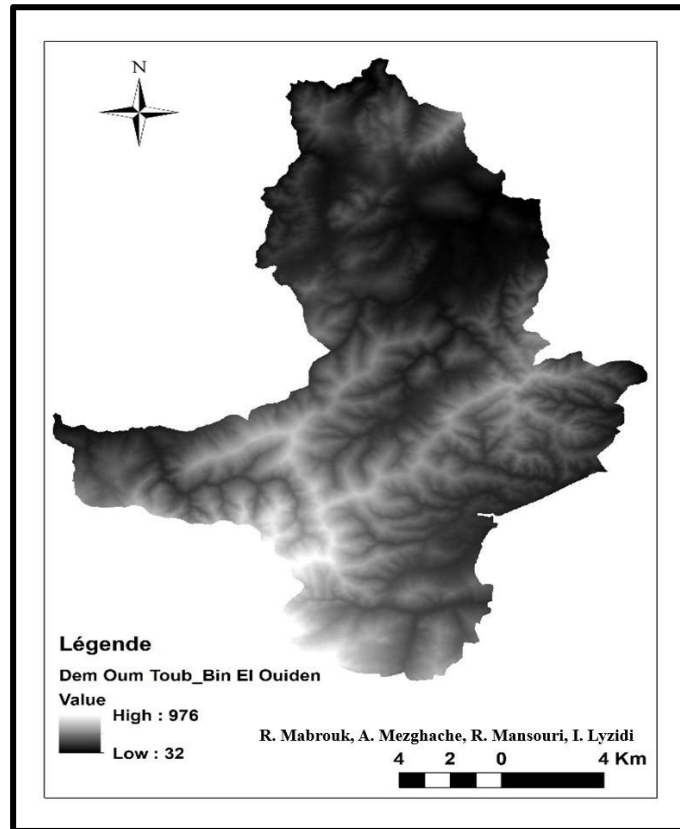
la bruyère arborescente (Erica arborea), l'arbousier (Arbutus unedo ), la Filaire (Phillyrea angustifolia), le myrte(Myrtus communis ) ,les cistes ( Cistus monspeliensis) Cytise à trois fleurs (Cystus triflorus) , Diss (Ampelodesma mauritanicum ).(R. Hichem, 2020).

### **IV-Characterisation topographique de la région d'étude**

La caracterisation topographique est basée essentiellement sur un traitement de modelNumérique du Terrain (MNT) ou (DEM).

Après avoir découpé le MNT de la région d'étude, et l'avoir projeté dans le système UTM zone 32N et avec l'outil Spatial Analyst du logiciel Arcgis, on procède à l'élaboration des cartes (pente , altitude, exposition ) .

La figure (**Figure 19**)suivante montre le model numérique de la region de Bin El ouiden- Oum Toub .



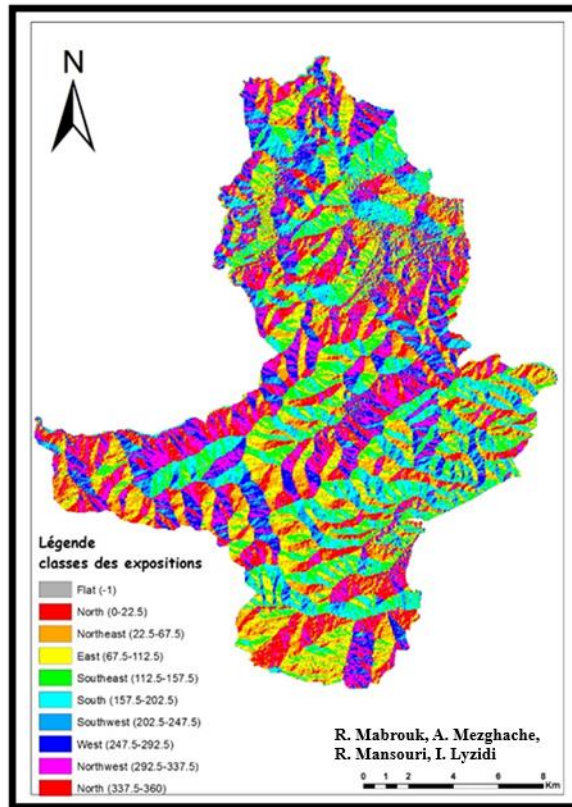
**Figure 19** : Le model Numérique du Terrain de Bin El Ouiden- Oum Toub

#### IV-1- La carte des expositions

L'exposition dépend de la pente du terrain

- en terrain plat, l'exposition est nulle.
- en présence d'une pente supérieure à 10 %, l'exposition est qualifiée par rapport à la direction géographique à laquelle elle s'oppose : ainsi un versant Nord dit « Ubac ou ombrer » est exposé au Nord et un versant Sud aussi désigné « Adret ou avers » est exposé au Sud. (**Choufaoui Imen, 2022**).

Les niveaux d'exposition peuvent être représentés à l'aide de différentes couleurs ou symboles sur une carte.



**Carte 06** : la carte des expositions

La vectorisation des classes des expositions pour calculer leurs superficies a permis d’obtenir les résultats présentés dans le **tableau 08**, et illustré sous forme graphique dans **la figure 20**.

**Tableau 08** : Tableau des statistiques des classes des expositions

<b>Exposition</b>	<b>Superficie en (Ha)</b>	<b>Pourcentage %</b>
<b>Flat</b>	7.45	0.03
<b>N</b>	<b>4416.01</b>	<b>15.46</b>
<b>NE</b>	3923.09	13.74
<b>E</b>	3809.64	13.34
<b>SE</b>	3715.69	13.01
<b>S</b>	3472.35	12.16
<b>SW</b>	2235.66	7.83
<b>W</b>	2875.16	10.07
<b>NW</b>	4103.06	14.37
<b>Totale</b>	28558.11	100

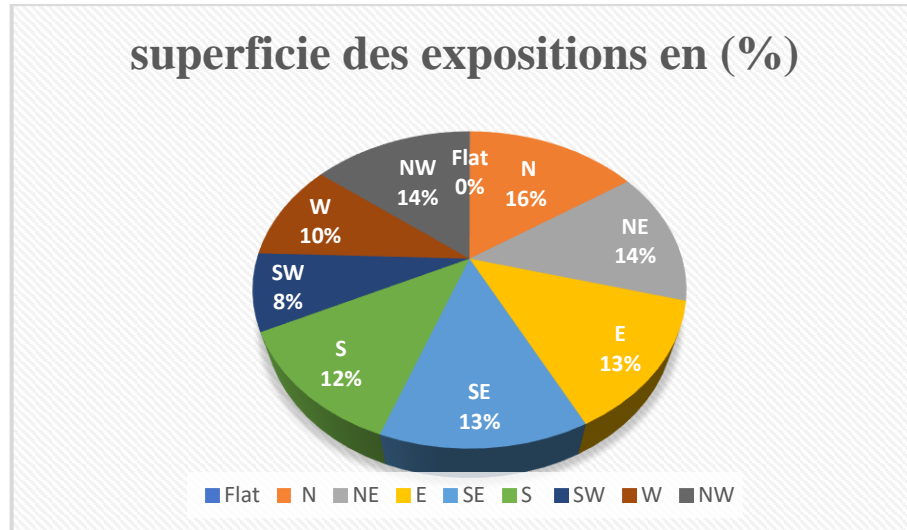


Figure 20 : Représentation graphique des superficies des expositions.

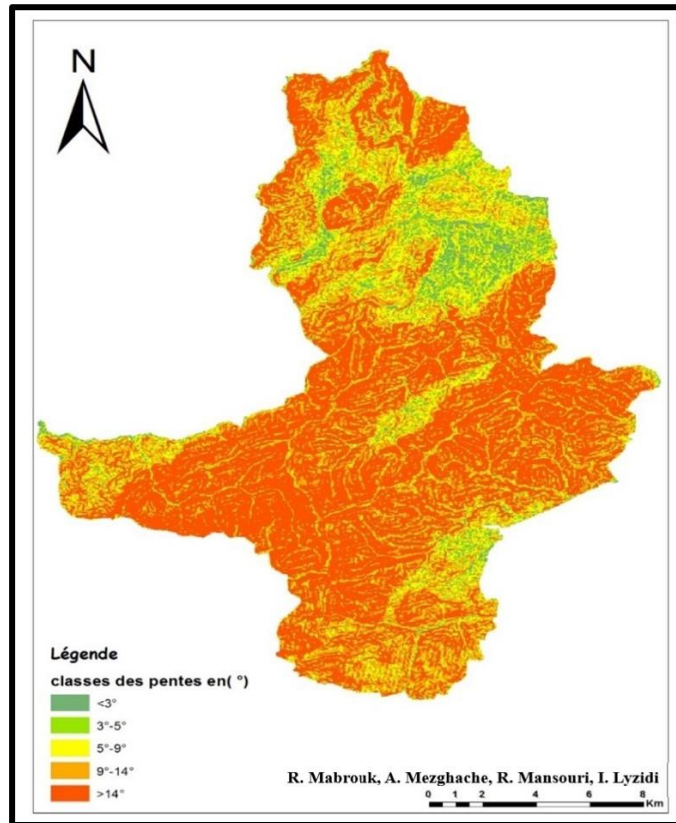
D'après le **tableau 08** et la **Figure 20** Nous remarquons que **15.46%** de la superficie de la région étudiée est **au nord**, suivi de **13.74 %** de la zone d'exposition au **nord-ouest** et de **13.34%** à **l'est**. On note la convergence de **13.01 %** de la zone **sud-est**, quant à l'exposition au **sud** elle est de **12.16%**. Dernièrement, la région d'**ouest** arrive avec **10.07%**, suivi du **sud-ouest** avec **7.83%** et en terrain **plat** l'exposition est **nulle 0.03%**.

#### IV-2- La carte des pentes

La pente est l'inclinaison d'une surface exprimée en degrés ou en pourcentage par rapport au plan de l'horizon. Le changement de pente est une réalité terrain qui a une grande importance surtout pour les études écologiques. La carte des pentes de la zone d'étude est produite à partir du MNT puis vectorisée pour ressortir la superficie de chaque classe. (**Tir Belhadj.2016**).

La combinaison des données de la carte topographique avec les calculs de pente permet d'obtenir une meilleure compréhension du terrain ainsi que de mieux définir les zones à risque pour des projets futurs. Elle utilise généralement des couleurs pour représenter les différentes pentes, du plus faible (vert pâle) au plus fort (rouge foncé). Elle permet de calculer la déclivité du terrain et ainsi de déterminer les zones à forte ou faible pente.

La carte des pentes établie de la région de Bin El Ouiden-Oum Toub suivante (**carte 07**) nous a permis de dégager les différentes classes des pentes dans la région d'étude.



Carte 07 : La carte des pentes

La vectorisation des classes des pentes pour calculer leur superficie, nous avons pu obtenir les résultats présentés dans le **tableau 07** ainsi que les résultats présentes graphiquement dans la **figure 21**.

Tableau 07 : Tableau des statistiques des classes des pentes

Classe pentes	Superficie en (Ha)	Pourcentage%
<b>Insensible : &lt;3°</b>	1278.88	4.48
<b>Faible : 3°-5°</b>	1831.75	6.41
<b>Moyenne : 5°-9°</b>	4693.20	16.43
<b>Forte : 9°-14°</b>	6323.25	22.14
<b>Très forte : &gt;14°</b>	<b>14432.88</b>	<b>50.54</b>
<b>Totale</b>	28559.96	100

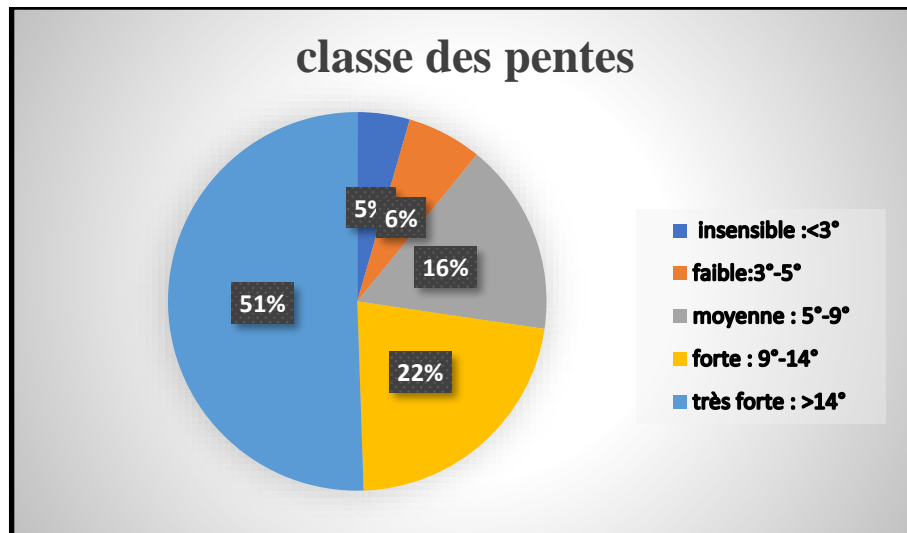


Figure 21 : Représentation graphique des classes des pentes

D'après le Tableau 09 et la figure 21 ci-dessous on trouve 5 classes de pentes :

- **Très forte : >14°**, la majorité de la région d'étude (**50.54%**) des terrains sont accidentés dans cette classe, situées surtout sur les sommets de montagne.
- **Forte : 9°-14°**, représente un pourcentage de (**22.14 %**) vient en deuxième place, Il s'agit de pente sur djebels et de zones accidentées.
- **Moyenne : 5°-9°**, représente (**16.43 %**), sur collines et piémonts de montagnes.
- **Faible : 3°-5°**, cette partie qui représente (**6.41%**), sur collines et piémonts de montagnes.
- **Insensible : <3°**, représente les pentes nulles à faibles, Ce sont en générale les pentes de plaine et de bas piémonts. (Z. Ferka, 2006).

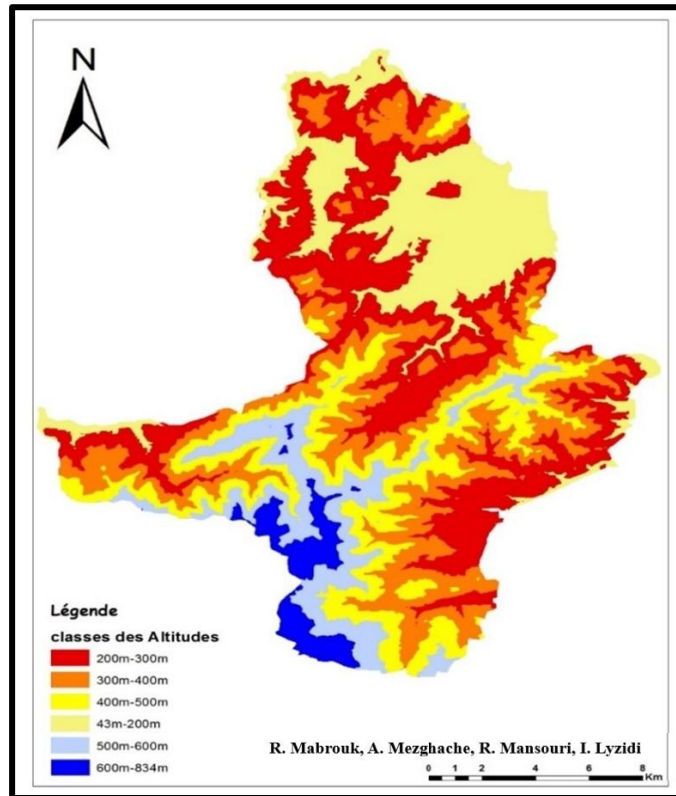
La Figure22 suivant résume les caractéristiques situationnelles et contraintes sylvicoles en fonction des pentes.

Pente	Inclinaison en degré	Inclinaison en pourcentage	Conséquences écologiques	Contraintes sylvicoles
Insensible	< 3°	< 5 %	plus l'inclinaison de la pente est élevée, plus les phénomènes liés à l'exposition sont fortement marqués : vents dominants ou secs et froids, gelées tardives ou précoces, drainage excessif...	aucune contrainte
Faible	3 à 5 °	5 à 10 %		exploitation facile si distance débardage < 500 m
Moyenne	5 à 9°	10 à 20 %		exploitation facile si distance débardage < 200 m
Forte	9 à 14°	20 à 30 %		exploitation difficile
Très forte	> 14°	> 30 %		travaux sylvicoles et exploitations très difficiles

Figure 22 : Les caractéristiques situationnelles et contraintes sylvicoles en fonction des pentes

**IV-3- La carte des altitudes**

L'altitude est la mesure de la distance verticale d'un point par rapport à un niveau de référence, généralement la hauteur d'un lieu par rapport au niveau moyen de la mer. C'est une mesure importante utilisée en cartographie, elle peut varier considérablement plus sur le peuplement forestier et sur d'autres aspects de l'environnement.



**Carte 08 : La carte des altitudes**

Selon le **Tableau 10** et la **figure 23**

Ci-dessous on conclut que l'altitude dans notre région d'étude varie entre 43m jusqu' à 834 m.

Tableau 10 : Tableau des statistiques des classes des altitudes

Classe des altitudes en (m)	Superficie en (Ha)	Pourcentage %
43 à 200 m	5374.52	18.82
200 à 300m	<b>8031.92</b>	<b>28.12</b>
300 à 400m	6538.07	22.89
400 à 500m	4775.13	16.72
500 à 600m	2720.18	9.52
600 à 834m	1121.54	3.93
<b>Totale</b>	28561.4	100

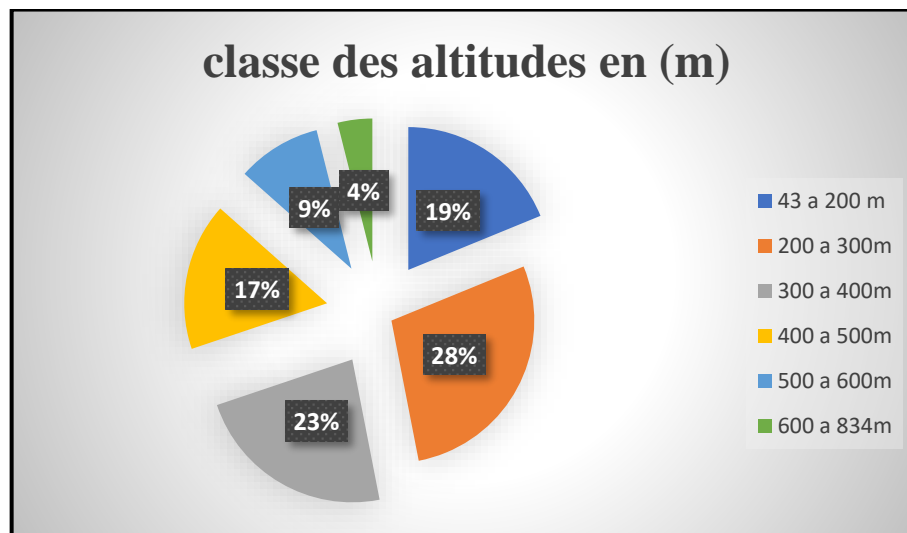


Figure 23 : Représentation graphique des altitudes.

On peut résumer les résultats par :

- [43 à 200 m] : 18,82% de la superficie de la région situé dans cette classe.
- [200 à 300m] : la superficie totale de la région d'étude se trouve dans cette classe d'altitude avec occupant une superficie de 28,12%.
- [300 à 400m] : la 2ème plus grande superficie est environ 22,89%.
- [400 à 500m] : avec un pourcentage de 16,72%.
- [500 à 600 m] : estimer de 9,52%.
- [600 à 834m] : cette classe représente la plus petite surface de 3,93%.

**V- La répartition des peuplements forestiers en fonction des paramètres topographiques**

Après avoir créé les cartes thématiques, On procède un croisement de ces cartes avec la carte des peuplements forestiers pour l'objectif de comprendre l'influence des caractéristiques topographiques sur la distribution des peuplements, d'identifier les espèces adaptées aux différents critères topographiés, et d'évaluer les risques liés aux eux et de planifier les activités sylvicoles de manière plus précise. Cette analyse contribue à une gestion forestière plus efficace et durable et fournit des informations précieuses pour la gestion forestière et la planification des activités sylvicoles.

**V-1- La répartition des peuplements forestiers en fonction des expositions**

Les expositions peuvent avoir un impact important sur les peuplements forestiers. Ils peuvent déterminer la quantité et la qualité de la lumière solaire qu'une parcelle de forêt recevra. Cela peut affecter la croissance des arbres et la composition de la forêt elle-même. Les expositions peuvent également affecter la température, l'humidité et les vents qui traversent une forêt, ce qui peut avoir un impact sur la manière dont les écosystèmes forestiers se développent et prospèrent.

L'intersection de la carte des expositions avec la carte des peuplements à donner les différentes classes des expositions de chaque peuplement forestier. Les résultats sont représentés dans le **tableau (11)** suivant :

**Tableau 11** : La répartition des peuplements forestiers en fonction de carte des expositions

Les peuplements les Classe d'expositions	La superficie des peuplements forestiers en (Ha)								
	E	Flat	N	NE	NW	S	SE	SW	W
<b>Chêne liège clair</b>	352.37	0.24	579.04	487.37	<b>691.86</b>	361.09	345.84	299.33	494.41
<b>Chêne liège dense</b>	230.74	0.02	437.95	247.20	<b>624.08</b>	92.08	119.41	134.54	357.04
<b>Chêne zeen</b>	8.57		<b>15.16</b>	8.06	11.45	0.70	3.31	1.49	4.17
<b>Maquis à bruyère et myrte</b>	620.66	0.26	853.09	<b>856.44</b>	684.23	605.79	629.56	447.10	519.81
<b>Maquis à oléo-lentisque</b>	430.22	0.29	420.62	383.21	378.97	<b>480.23</b>	423.93	268.25	318.71
<b>Mélange L+Z</b>	0.60		8.56	3.43	<b>20.64</b>	0.56	0.81	0.49	5.86
<b>Plantations à Eucalyptus</b>	27.21		<b>46.66</b>	23.96	25.02	14.01	36.92	5.45	6.19
<b>Ripisylves</b>			0.01			00		0.00	

D'après le **tableau 11** On note les résultats suivants :

### ➤ **Chêne liège**

Le chêne liège est principalement présent au Nord plus exactement dans le Nord-Ouest par **691.86 ha** car c'est un endroit humide et ensoleillé ce qui offrent des conditions favorable à la germinations des graines ( **N. Jdaidi et all ,2017** ).le chêne-liège peut s'adapter aussi au à la sécheresse et le chaud des régions Sud par un effectif de **361.09 ha**, car son écorce extérieure épaisse et résistante, appelée liège, joue un rôle important en limitant la perte d'eau par évaporation , ce qui aide l'arbre à survivre pendant les périodes de sécheresse. Finalement sur le versant Ouest, il est révélé un effectif moyen de **494.41 ha**.

### ➤ **Chêne zeen**

Il ne peut se développer pleinement qu'en exposition Nord (**15.16 ha**) (**Tafer, 2000**). Il supporte bien les basses températures allant de - 8°C à -10°C (**Maire, 1926**).

### ➤ **Maquis à bruyère et myrte**

Certaines espèces de maquis sont relativement résistantes au froid et peuvent survivre à des températures dessous de zéro.

Dans notre cas on a enregistré la plus grande superficie des maquis à bruyère et myrte a l'exposition Nord-Est par (**856.44 ha**). Mais des gelées sévères peuvent endommager les tissus végétaux en particulier les parties aériennes (feuilles, fleurs, branches). (**L. Saccardy 1938**).

### ➤ **Les Maquis à oléo-lentisque**

Se rencontre à toutes les expositions, mais comme sa formation est xérophile et très thermophile on le trouve envers les expositions chaudes de Sud (**Extrait Du Manuel D'interprétation Des Habitats De l'Union Européenne, 1999**).

### ➤ **Mélange L+Z**

Il est trouvé avec des superficies très petites, sa superficie maximale est enregistrée dans la Nord-Ouest par (**20.64 ha**).

### ➤ **Plantations à Eucalyptus**

Une espèce qui favorise les expositions ensoleillées et les températures basses de -3° à -8° Abondante au Nord par (**46.66ha**).

### ➤ **Ripsisylves**

Presque non existante dans toutes les expositions.

**V-2- La répartition des peuplements forestiers en fonction des pentes**

La carte des pentes permet de déterminer les zones favorables à tel ou tel type de peuplement forestier en fonction de leurs exigences écologiques. Les gestionnaires forestiers peuvent donc utiliser ces informations pour planifier des zones de reboisement ou de conservation des forêts, en fonction des types de sols, des conditions climatiques locales et des préférences écologiques des différentes espèces forestiers.

**Tableau 12** : intersection des peuplement forestiers et la carte des pentes

Les peuplements Les classes des pentes	Insensible <3°	Faible 3°-5°	Moyenne 5°- 9°	Forte 9°-14°	Très forte >14°
<b>Chêne liège clair</b>	47.66	78.2	295.23	610.74	<b>2579.77</b>
<b>Chêne liège dense</b>	8.81	19.59	99.46	279.7	<b>1835.56</b>
<b>Chêne zeen</b>	0.2	0.73	4.11	11.53	<b>36.3</b>
<b>Maquis à bruyère et myrte</b>	78.52	152.48	586.13	1088.56	<b>3311.04</b>
<b>Maquis à oléo-lentisque</b>	76.7	138.71	455.33	695.57	<b>1738.12</b>
<b>Mélange L+Z</b>	1.76	1.74	4.33	6.13	<b>26.97</b>
<b>Plantations à Eucalyptus</b>	8.46	19.21	51.69	<b>56.72</b>	49.33
<b>Ripisylves</b>			0.01		

Ce tableau ci-dessus (**Tableau 12**) fournit des informations sur les densités de différents types de peuplements forestiers dans différentes classes de pentes.

D'après L'analyse des données On montre que la densité de chaque type de peuplement forestier varie selon la classe de pente.

On trouve que :

➤ **Le chêne liège**

La pente intervient dans les phénomènes d'érosion du fait de sa forme, de son inclinaison et de sa longueur. Le Chêne- liège a un enracinement robuste, pivotant chaque fois que la nature du sol le permet et en tout cas constitué par de fortes et longues racines qui fixent l'arbre solidement même dans les sols les plus ingrats. (**L. Saccardy,1938**) ce qui lui permet de s'adapter avec les pentes très fortes.

➤ **Le chêne zeen**

Est présent sur des pentes plus ou moins fortes, il se trouve avec des très petites superficies car cette espèce est Sensible aux incendies (**Extrait du Manuel d'interprétation des habitats de**

l'Union européenne, 1999), donc la région de Bin el Ouiden et Oum Toub ne présente pas des conditions favorable les chênes zeen car elle est régulièrement exposée aux incendies.

➤ **Les maquis**

Elle est très tolérante au sol, et constitue la seule formation qui peut de s'accommoder des argiles et marne calcaires, ce qu'explique sa présence avec des superficies importante des toutes les classes des pentes.

➤ **Mélange L+Z**

Occupant des petites superficies la plus importante est (**26.97 ha**), Le mélange L+Z est formés de deux espèces, ça peut crier une compétition intraspécifique (c'est-à-dire entre les arbres d'une même essence).

**V-3- La répartition des peuplements forestiers en fonction des Altitudes**

Les forêts de haute altitude ont tendance à être plus petites et isolées en raison des conditions environnementales difficiles, tandis que les forêts de basse altitude sont souvent plus vastes et plus denses en raison des conditions favorables. Cela peut avoir un impact sur la diversité des espèces et la répartition des populations animales, ainsi que sur l'utilisation des sols et les activités humaines telles que l'agriculture et l'exploitation forestières.

Le **tableau 13** suivant montre comment les différentes classes d'altitude dans la région ont des impacts différents sur la distribution des peuplements forestiers.

**Tableau 13** : intersection des peuplement forestiers et la carte des altitudes

Les peuplements Classe des altitudes (m)	43m- 200m	200m- 300m	300m- 400m	400m- 500m	500m- 600m	600m-834m
Chêne liège clair	544.28	<b>879.06</b>	835.72	742.09	520.96	90.74
Chêne liège dense	13.11	102.17	301.19	522.78	<b>697.8</b>	606.88
Chêne zeen	0		1.04	7.73	0.8	<b>43.34</b>
Maquis à bruyère et myrte	296.2	<b>1974.42</b>	1904.37	900.02	125.27	18.37
Maquis à oléo-lentisque	516.77	<b>1064.37</b>	722.85	498.54	267.98	34.67
Mélange L+Z	<b>31.25</b>	9.71				
Plantations à Eucalyptus	30.59	<b>147.71</b>	7.12			
Ripisylves					0.02	

Ce tableau ci-dessus (**Tableau 13**) représente les différentes classes d'altitudes et les types de peuplements forestiers correspondants dans la région de l'étude, et d'après ces résultats, On peut noter que :

➤ **Chêne liège**

La majorité des chênes lièges sont présents à la classe [200m-300m] avec **(879.06ha)**, généralement le chêne liège exige une température moyenne de 16 à 17°. (**Crpf de Corse,2015**), ces conditions sont principalement trouvées un climat de type méditerranéen d'une altitude moyen de 200m. Il y'a une minorité des chênes lièges qui se trouve à des hautes altitudes, le cas de Chêne liège dense a la classe [500m-600m] car Il lui faut en outre une humidité atmosphérique constamment élevée. (**L. Saccardy1938**).

➤ **Chêne zeen**

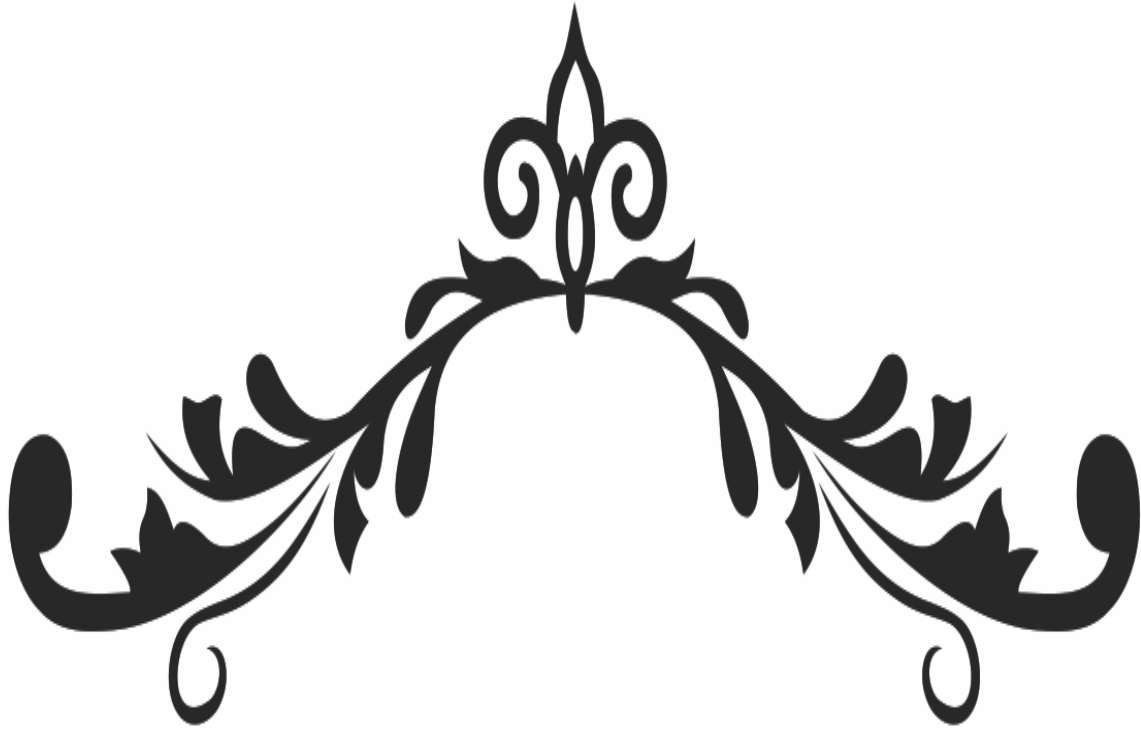
Le chêne zéen ne se développe que dans les régions à fortes précipitation et froide (**Quezel, 2003**). c'est une espèce héliophile, elle a la capacité d'adapter au niveau élevé de lumière solaire, ce que confirme sa présence a des hautes altitudes de [600m-834m].

➤ **Les maquis**

A la classe de [200m-300m], se trouve la plus grandes superficies des maquis, L'un des facteurs écologiques le plus importants qui influent sur son évolution c'est le facteur altitudinal. Il fait partie de la végétation climacique de l'étage thermo méditerranéen ou l'altitude est toujours inférieure à 600m. (**Extrait du Manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne,1999**)

➤ **Mélange L+Z**

Se trouve à des faibles altitudes [43m-200m] avec **(31.25 ha)**, quand l'altitude et supérieure a 200m les conditions ne sont plus favorable pour sa croissance pour cela il est absent a les autres classes d'altitudes >200m.



---

# Conclusion

---



### Conclusion

A travers cette étude, nous avons essayé en utilisant les données satellitaires à savoir les images Landsat 5TM et 9Oli, l'image de très haute résolution et le model numérique du terrain de faire une caractérisation cartographique des peuplements forestiers de la région de Bin el Ouiden et Oum Toub.

L'étude diachronique du couvert végétal entre 1987 et 2022 a montré une régression ou la superficie du tapis végétal est passée de **13197.12 ha** en 1987 à **12945.43 ha** en 2022 soit une perte de **7.19 ha/ans**. Cette régression est généralement liée aux différents facteurs de dégradation anthropiques notamment les défrichements et les incendies.

L'étude cartographique des formations forestières a montré une diversité dans la Physionomie de la végétation dans la région d'étude. Cette diversité est dominée principalement par 3 formations à savoir les maquis à bruyère et myrte, les maquis d'oléolentisque et les peuplements du chêne liège clair est qui représentent **82%** de la superficie globale du couvert forestier.

La caractérisation topographique réalisée par le traitement du model numérique du terrain (MNT) a permis d'élaborer 3 cartes thématiques (carte des expositions, carte des pentes, carte des altitudes). L'analyse statistique de ces cartes a montré que la région d'étude se caractérise par un terrain accidenté où il y a une dominance de la classe des pentes fortes avec **50.54%** de la superficie totale. Pour le paramètre Exposition nous avons remarqués une dominance au Nord avec **15,46 %** de la superficie totale de la région étudiée.

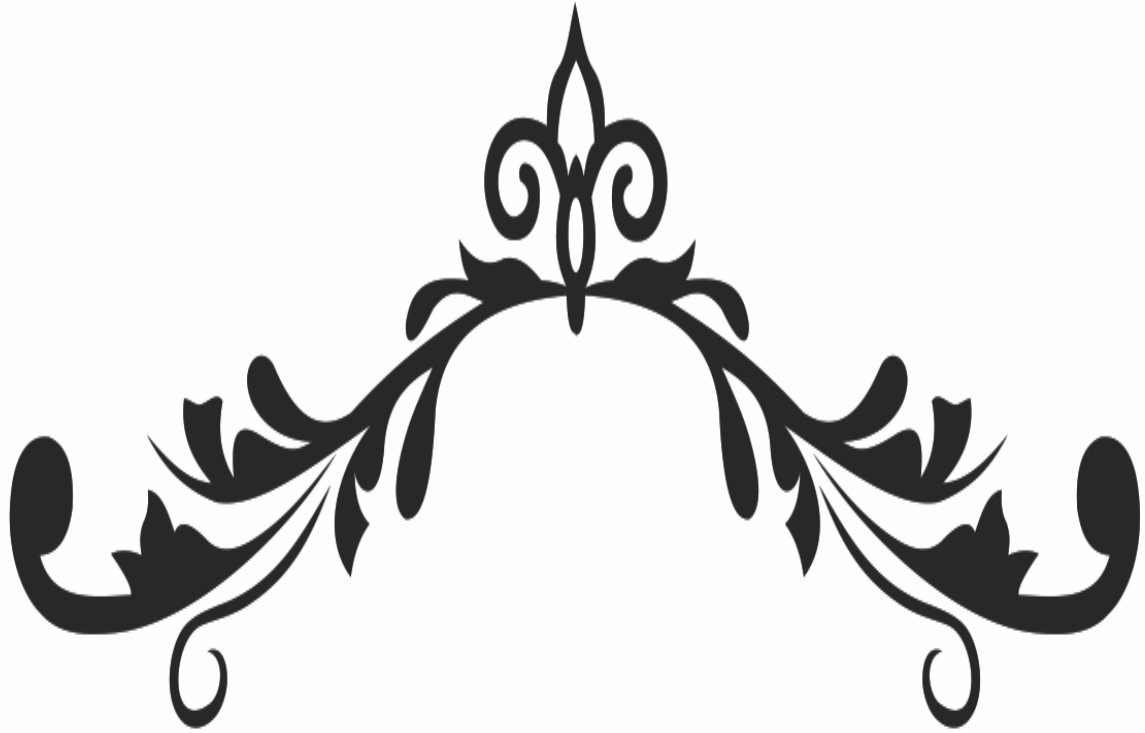
Concernant le paramètre altitude, on a enregistré une dominance de la tranche altitudinale **200 à 300 m** avec **28,12%** de la superficie totale des classes d'altitudes.

L'analyse statistique de ces cartes a montré que la région d'étude se caractérise par un terrain accidenté où il y a une dominance de la classe des pentes fortes avec **50.54%** de la superficie totale. Pour le paramètre Exposition nous avons enregistré une dominance de l'exposition Nord avec **15,46 %**. Concernant le paramètre altitude, la tranche altitudinale allant de **200 à 300m** est la classe dominante avec **28.12%** de la superficie totale des classes d'altitude.

L'analyse cartographique de la répartition des formations forestières en fonction des facteurs topographiques (pentes, Exposition et altitude) a permis de déterminer la relation entre les peuplements et ces paramètres topographiques des résultats qui peuvent donner un aperçu sur la notion d'étage de végétation de la région d'étude.

En termes de perspectives, il serait intéressant de compléter cette étude par les perspectives suivantes :

- L'étude phytosociologique de la végétation de la région d'étude.
- L'étude cartographique du risque d'incendie de forêt dans la région d'étude.



---

# Références

## bibliographiques

---



### Références bibliographiques

- **A. Laabidi et all, 2016.** Apports Du Modèle Numérique De Terrain Mnt A La Modélisation Du Relief Et Des Caractéristiques Physiques Du Bassin Versant Du Moyen Beht En Amont Du Barrage El Kansera (Sillon Sud Rifain, Maroc), European Scientific Journal, n 29, 258-288.
- **N. Amiri, 2016** « Analyse de la flore du Parc National du Djurdjura ». Mémoire de Master. Spécialité Sciences Naturelles de l'Environnement. Université A. MIRA – Bejaia.92p
- **Z. Arabi, 2010.** Intégration des données multi-source dans un Système d'Information Géographique S.I.G pour la proposition d'actions de lutte contre la désertification au niveau de l'interface région steppique-région tellienne. Mémoire de Magister, université des sciences et de la technologie << Houari Boumediane >> .16-17p
- **B. Kaddar 2022.** Basics Principles of Remote Sensing And GIS, course for master students in Ecosystème Steppique et Saharien, Agro-écologie, Biodiversité et écologie végétale, and Agréculture de precision, Université Ibn Khaldoun Tiaret. 21 p
- **B. Younoussa, 1979.** Les satellites landsat dans l'etude et la cartographie des sols application a la republique de guinee, rapport de stage, office de la recherche scientifique et technique outre-mer. 7-8 p
- **M. Bayoudh, 2006.** Apprentissage de connaissances structurelles à partir d'images satellitaires et de données exogènes pour la cartographie dynamique de l'environnement Amazonien .Thèse Doctorat .École Doctorale Pluridisciplinaire "Sante, Environnement Et Société dans les Amériques ".10 p.
- **A.Belhadj, et all, 2003.** Application du SIG et de Télédétection dans la gestion des feux de forêts en Algérie. 2nd FIG régional conférence. Marrakech. 2 p.
- **A. Bouahmed, 2022.** Apport des Sig, des modèles de distribution des espèces (SDMs) et de la télédétection a la modélisation de l'aire potentielle de cedrus Atlantica M.et a la cartographie des cedraies algériennes. Diplôme de Doctorat En Sciences. Université Mouloud Mammeri de tizi ouzou. 40 P
- **N. Bouazza, 2021.** Analyse de la diversité phytoécologique du chêne zeen (*Quercus faine* subsp. *tlemcenensis* (DC.) : cas de la réserve de Moutas (Tlemcen, Algérie occidentale). these de doctorat 3ème cycle lmd. Spécialité : Biodiversité et Ecologie Végétale Intitulé. Université Djillali Liabes De Sidi Bel Abbes. 46 p.
- **A. Boubrym, 2020.** Actualisation de l'étude Hydrogéologique de la Région de Tamalous-Bin-El-Ouiden (de Skikda). Diplôme de Master. Spécialité : Hydrogéologie Université Mentouri Constantine 1. 3 p.
- **Boudrouma H. et M. Belabed (2022).** Etude hydrogéologique de la région de Bin El Ouiden (Tamalous). Diplôme de Master. Spécialité : Hydrogéologie. Université Mentouri Constantine 1. 9 p.

- **S. Boumelit 2012.** Contribution à l'étude des incendies de forêts au niveau de la Circonscription de Texenna (wilaya de Jijel), diplôme d'ingénieur d'état. Spécialité : Pathologie des écosystèmes. Université de Jijel. 19 p.
- **Centre Canadien de Télédétection (CCT) , 2008.** Tutoriel : Notions Fondamentales de Télédétection.
- **I. Choufaoui, 2022.** La contribution de la géomatique à la cartographie de l'évolution des écosystèmes forestiers dans la région de Tamalous et Kerkra, Diplôme de Master. Spécialité : Protection des Écosystèmes. Université 20 Aout 1955 Skikda. 37 p
- **D. Ducrot,2005.** Méthode d'analyse d'interprétation des images de télédétection multi sources extraction de caractéristique des paysages. Mémoire des recherches, LNP Toulous.7 p
- Extrait du Manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne,1999. 9 p
- **D. Poidevin, 1999.** Manuel de Cartographie La carte : moyen d'action, Ellipses. 6p
- **CRPF de Corse** Etude sur la sensibilité du chêne liège au changement climatique décembre 2015 .13 p.
- **N. Ferka, 2006.** Impact De L'occupation Spacio-Temporelle Des Espaces Sur La Conservation De L'écosystème Forestier Wilaya De Sidi Bel Abbes, Algérie. Cas De La Commune De Tessala. Diplôme de-Magister. Spécialité : Gestion et Conservation des Ecosystème. Université : Sidi Bel Abbes. 26 p.
- **F. Ghazouani, 2018.** Modélisation spatio-temporelle multi-niveaux à base d'ontologies pour le suivi de la dynamique en imagerie satellitaire. Thèse de doctorat. Spécialité : Signal, Image, Vision. L'école nationale supérieure mines-télécom atlantique. 16 p
- **A. Hachemi,2014.** Apport de la géomatique dans la protection des forêts contre les incendies (cas la foret Fenouane Ain El Hdjar. Saida). Mémoire de master. Spécialité : écologie et environnement. Université Abou Baker Belkaid Telemcen. 4 p
- **M. Hadjadj, 2011.** Apport des SIG et des images satellites pour la cartographie numérique de la forêt du Chettabah (Wilaya de Constantine) (Modélisation climatique et classification). Diplôme de magister. **SkGestion durable des écosystèmes forestiers** universite el-hadj lakhdar batna. 24 p.
- **F. Joly, (1976).** « La cartographie », éditions PUF, Paris, 271 p.
- **K. Saylar,2022.** Landsat 9Data Users Handbook, Timothy Gleen, Sioux Falls, South Dakota. 12 p
- **L. Saccardy, 1938.** Le Chêne-Liège et le Liège en Algérie. 5-490 p.
- **K. Labeled, 2018.** Contribution des Données de Télédétection à la Résolution des Problèmes d'Environnement. Diplôme de doctorat en sciences. Spécialité : Informatique Université de la science et technologie Mohammed Boudiaf Oran. 8 p.
- **Labeled, K. et all, 2009.** Proposition d'un processus décisionnel pour l'aménagement du territoire. Produsmagt. Journées d'animation scientifique. Alger. 1p.

- **O. M'herit, 1994.** La forêt méditerranéenne : espace écologique, richesse économique et bien social. Bulletin de la Fao 1994
- **A. Gomasca 2004.** 2009, Milanoeomatics, Springer Science+Business Media B.V. 2009, Milano. 2 p
- **Maire R,1926.** Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie. Gouver. Génér. Alg., Serv. Cart., Alger, 78p.
- **S. Merabet, 2018** La caractérisation des milieux naturels par l'utilisation du Système d'information géographique et de la télédétection dans la Commune de Tamalous (Wilaya de Skikda). Mémoire master. Spécialité Ecologie des milieux naturels. Université 20 Aout 1955.Skikda.
- **N. Ourab et all, 1999.** Utilisation de méthodes de classification hiérarchique pour une classification supervisée d'images satellitaires. Dix-septième colloque GRETSI, Vannes, 371-374 p
- **J. Nakhoul, 2020.** Dynamique et facteurs influençant la régénération naturelle de Pinus pinea L. au Mont Liban, Thèse de doctorat. Spécialité : Sciences de l'Environnement. Université d'aix-Marseille. 9-28 p
- **Oldeman R.A.A. 1990.** Forests: elements of sylvology. Springer-Verlag, Berlin, 624 p
- **Olfq,2003.** Dicsionnaire de la foresterie, Ed, Speciale XIIe Congres forestier momdial,Bibliotheque nationale du Canada. 477 p.
- **Quézel P., Médail F. 2003.** Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Ed. Elsevier SAS. 571p
- **R. Nofal, 2018.** Satellite Image science-fiction modern science [En Ligne],27 p
- **H. Rais, 2020.** Contribution des SIG à la Cartographie des Peuplements Forestiers de la région de Collo. Diplôme de Master. Spécialité : Protection des Ecosystèmes. Université 20 Aout 1955 skikda. 52-56-59 p
- **F. Shaheb,2008.** Gis Basics, New Age International, New Delhi, Mumbai. 7p
- **E. Tir, 2016.** Analyse spatiale et cartographie de la régénération forestière post-incendie dans la Wilaya de Tissemsilt. Diplôme de Magister. Spécialité : Biodiversité et gestion intégré des écosystèmes. Université Aboubeker Belkaide -Tlemcen. 17-41 p
- **Tafer, 2000.** Contribution à l'étude de la variabilité stationnelle de la qualité du bois de Quercus canariensis Willd dans la forêt de Beni Ghobri (Tizi-ouuzou). 104 P.
- **بوربعية عائشة، 2016.** تهيئة المجالات الجبلية - حالة بلدية أم الطوب ولاية سكيكدة، شهادة ماستر، جامعة قسنطينة 1. ص 10-12.
- **بوربعية عائشة، 2016.** تهيئة المجالات الجبلية - حالة بلدية أم الطوب ولاية سكيكدة، شهادة ماستر، جامعة قسنطينة. ص 15
- **صفاء عبد الجليل كامل حمادة، 2010** الخصائص الطبوغرافية وتأثيرها على الغطاء النباتي في محافظة نابلس

باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد (GIS) ص 120.

### **Site web**

<https://www.esrifrance.fr/produits/sig2.aspx>

<https://natural-resources.canada.ca>

<https://ressourcesnaturelles.canada.ca/sites/nrcan/files/earthsciences/images/resource/tutor/fundam/images/rsprocess.gif>

<https://ressourcesnaturelles.canada.ca/sites/nrcan/files/earthsciences/images/resource/tutor/fundam/images/sensors.gif>

<https://earthexplorer.usgs.gov/>

<https://landsat.gsfc.nasa.gov/satellites/landsat-5/>

<https://www.eoportal.org/satellite-missions/landsat-9#eop-quick-facts-section>

<https://www.jardiner-malin.fr/fiche/eucalyptus.html/ampo>

[https://www.fao.org/3/T1765F/t1765f0h.htm?fbclid=IwAR27dsRtdi9Gx82PJOWxyZtIU87nSlp\\_9iD0ghnNIX2WXIqGbWnSDWcIAI](https://www.fao.org/3/T1765F/t1765f0h.htm?fbclid=IwAR27dsRtdi9Gx82PJOWxyZtIU87nSlp_9iD0ghnNIX2WXIqGbWnSDWcIAI)